

附件 2

“以竹代塑” 重点推广科技成果汇编

国家林业和草原局

2025 年 7 月

目 录

日用品类

01 竹纤维一次性餐具及容器加工技术	2
02 全竹质可降解透明薄膜	5
03 竹材无刻痕展平技术及代塑产品开发	8
04 竹吸管	11
05 圆竹代塑管材改性处理技术.....	14
06 透明竹代塑绿色制造技术及全尺寸高值化方案	17
07 无裂纹竹材展平装饰材制造技术	19
08 原竹快消品关键制造技术与装备	22

工业用品类

09 竹纤维复合材料汽车内饰件及生产技术	26
10 电厂冷却塔竹质淋水填料制备关键技术	29
11 智能一体化竹塑托盘周转箱制造关键技术.....	32
12 低 VOC 释放汽车内饰件用竹原纤维复合材料	35
13 竹原纤维	39
14 加捻结构竹纤维异型复合材料制造关键技术.....	43
15 竹质复合材料制备关键技术	45
16 竹加工与制浆剩余物制造新型竹塑复合材料关键技术	48
17 竹编安全帽	51
18 替代石化树脂的竹粉基胶粘剂制造与应用	53

建筑建材类

19 竹缠绕复合压力管	57
20 新型竹丝装饰材料绿色防护关键技术	60
21 竹纤维复合材料管材	63
22 高性能薄竹装饰材料生产技术	65
23 高性能多用途竹基纤维复合材料制造技术	68
24 可降解竹纤维增强高分子复合材料制造关键技术	71
25 竹质异色层积装饰材制造技术	74
26 竹束杨木复合胶合板加工设备及其制造技术	77
27 连续长度竹束单板层积材及其大跨度建筑构件制造技术	79
28 圆竹结构材高效利用关键技术	82
29 竹材定向刨花板连续化生产及应用关键技术	85
30 竹材弧形原态重组材制造技术	87
31 定向拆解与硅铝增强竹重组材耐久性关键技术	91
32 超薄竹刨花板	94
33 装配式竹框架工程创面生态修复技术	97
34 代塑薄型竹束纤维层积复合材加工技术	100

农林业生产类

35 竹纤维可降解代塑软包材料在农林领域的应用	104
36 竹沙障制备关键技术与应用	108
37 竹束单板整张化高效加工关键技术	111

日用品类

竹纤维一次性餐具及容器加工技术

完成单位：国际竹藤中心、重庆瑞竹植物纤维制品有限公司

完 成 人：叶翰舟、王戈、王建忠等

成果简介：

一、成果内容

本成果针对一次性塑料餐具及容器废弃物造成白色污染的难题，以竹纤维为原料，突破竹纤维绿色交织成型、自动化生产等技术瓶颈，开发全竹纤维环保容器及其加工技术，实现竹纤维餐盒耐水耐油、抗跌落等性能优化，集成机器手臂转运、自动切边、在线控制系统，产能提升，综合成本降低。

二、成果特点

本成果以竹纤维为原料，通过纤维交织、真空抽滤、模压定型等特色工艺，优化竹纤维制品交织结构，创新竹纤维成型加工工艺技术，开发出的全竹纤维餐具及容器制品兼具环保和实用性的特点；同时实现自动化生产，提升生产效率，降低综合成本；全竹纤维餐盒使用后 3—6 个月可完全自然降解，不会造成环境污染。颁布 LY/T 3406—2024《竹纤维模压容器》行业标准。

三、应用方法

包括技术的主要工艺流程、技术要点、操作步骤。

工艺流程：竹纤维制备→除砂配料→真空抽滤→加热模压→修边整形→杀菌包装。

核心工艺参数包括：将竹材制成竹纤维平均长度约 0.5—1.5mm，利用离心除砂去除竹纤维浆料中的杂质；对竹纤维浆进行捞浆/灌浆、真空抽滤后脱水形成竹纤维交织湿坯；经 180—220℃加热模压后脱模，制得竹纤维容器初坯；将成型后的初坯转运至修边机去除毛边，制得竹纤维容器产品。

一次性竹纤维容器



一次性塑料容器



产品全貌和替代产品

四、应用场景

本成果可替代一次性塑料容器，应用于餐饮、农林、医疗等领域。在餐饮领域，替代一次性塑料餐盒、餐碗、餐杯等，适用于外卖、快餐、堂食、野炊、航空餐食等场景；在农林领域，开发可降解育苗杯、育苗盘等，替代塑料农用容器，降低土壤污染；在医疗领域，用于医用垃圾桶、器械托盘等一次性用品，缓解医

疗垃圾处理负担。

本成果以一次性餐盒为例，中国一次性餐盒年需求超 450 亿只，若竹纤维产品可覆盖 30%替代率，规模达千亿元。

实现竹纤维餐具市场占有率提升，推动竹产业链向食品包装、医疗等高附加值领域延伸，为全球禁塑提供中国方案。



生产场景



应用状态

全竹质可降解透明薄膜

完成单位：赣南师范大学

完 成 人：李星星、徐鼎峰、林兴焕、蔡春生、李亿保

成果简介：

一、成果内容

本产品采用纤维素溶解-吹膜-干燥及溶剂回收集成工艺，将竹浆转化为全竹质可降解透明膜（竹纤维素薄膜），填补了“以竹代塑”透明薄膜类日用品的空缺。本产品获国家和省市等部门重点推介并批准 1000 万元科技专项，2023 年“以竹代塑”全球倡议（中国）发布会和 2024 年全国“以竹代塑”高质量研讨会专门邀请介绍薄膜产品，获国际竹产业创新创业大赛三等奖（全国 TOP4）、江西省高校科技成果展二等奖、湖北省科技进步二等奖 1 项，入选“以竹代塑”国家创新联盟，目前，已建成百吨级薄膜中试生产线，联合上海永冠众诚集团、东乡区政府，将技术优势与产业资源深度融合，加速推进非粮基可降解透明薄膜、环保胶带等系列产品的投产与应用。

二、成果特点

该薄膜兼具纸张柔韧性和玻璃透明度（厚度 0.01—0.1mm 精准可控），拉伸强度 80—120MPa，还具有高强、透明、抗静电、高阻隔。相较于木浆玻璃纸，本产品工艺链缩短 1/3，彻底淘汰含硫危化品，实现污染物减排 60%、成本下降 20%，对比聚乳酸膜，

具有原料丰富、不与人争粮、成本低、更安全的优势。

三、应用方法

主要生产工艺流程包括竹浆粕活化、低温溶解、挤出成型和绿色溶剂回收。首先，将竹浆与少量助剂混合，经活化工序，制备竹溶解浆。其次，将竹溶解浆加入氢氧化钠水溶液进行溶解、过滤和脱泡。再次，将纤维素溶液经制膜机挤出成型，最后经过水洗、烘干、分切、打包等工序制成成品。



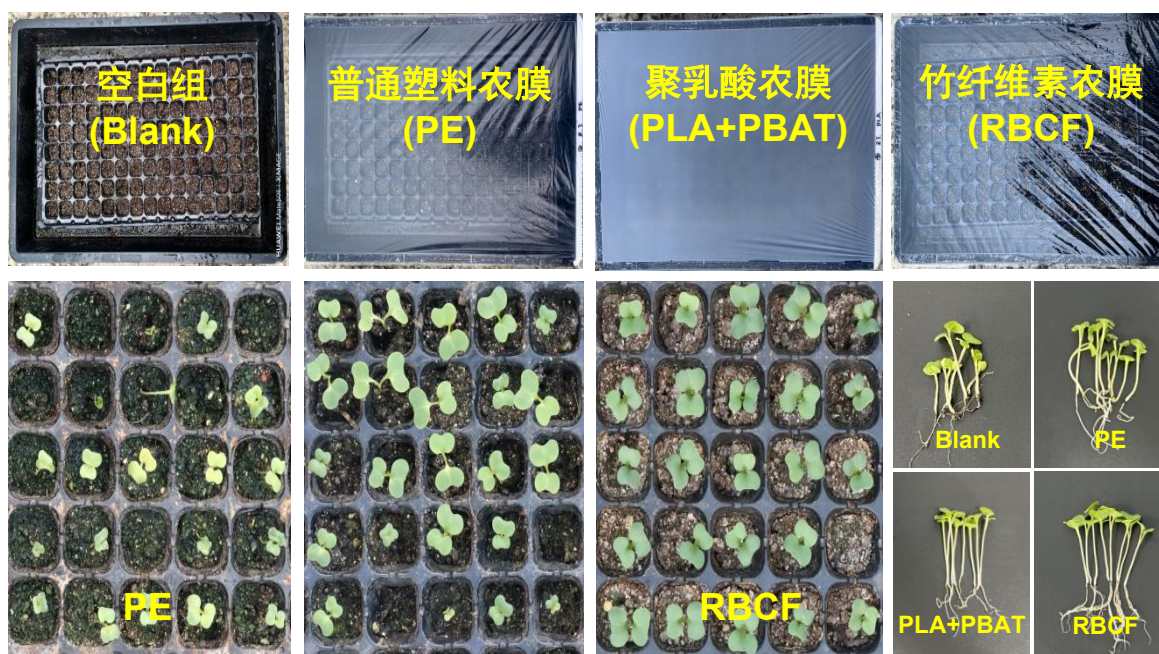
全竹质可降解透明薄膜照片与替代产品应用场景

四、应用场景

2025 年，快递包装、食品包装、外卖餐具、农用薄膜与塑料购物袋四大行业的塑料用量将达到 1471.10 万吨，2030 年全球可降解薄膜市场规模将新增 400 万吨。本产品主要用于替代聚丙烯薄膜、粘胶玻璃纸、聚酯薄膜，在快递胶带、食品/药品包装、抗静电封装及农膜领域具备显著潜力。



全竹质可降解透明薄膜生产场景



不同薄膜的种子发芽覆膜试验结果。竹纤维素透明可降解薄膜的微透气性、高透明性和一定的保水性，使其种子的发芽率、根系、长势和叶绿素含量明显优于普通塑料农膜和聚乳酸可降解农膜。

竹材无刻痕展平技术及代塑产品开发

完成单位：南京林业大学、浙江农林大学等

完 成 人：李延军、王新洲、娄志超等

成果简介：

一、成果内容

针对团队前期研发的竹材无裂纹展平技术存在因去刻痕刨削量大、板材物理力学性能降低等问题，发明了竹材无刻痕展平生产工艺，创制了竹材无刻痕刨削展平一体机等装备，建成竹材无刻痕展平生产线 10 余条，市场占有率达 90%以上，并出口到美国、欧洲等国家和地区，主持制定了《展平竹地板》、《竹单板》等行业标准，形成了拥有自主知识产权的技术和标准体系，产生了显著的经济、社会和生态效益，为竹材加工产业转型升级提供技术支撑。

二、成果特点

该成果将竹材利用率提高到 55%，降低胶粘剂用量 30%以上。该项目产品附加值高，应用领域广泛，在家居、建筑装饰、日用品等领域进行推广应用，项目的工业化生产，推动了我国竹产业的科技进步，促进了产业的转型升级。

三、应用方法

1.工艺流程及步骤

竹材无刻痕展平生产工艺流程为：竹筒→定厚→开片→软

化→刨削展平→冷却定型→干燥→精刨→成品。

2.技术要点

竹筒预处理：将竹材截断成 0.5—2m 的竹筒，去除竹筒内节，利用自动开片机直接将竹筒开 3—4 条轴向缝隙，得到 3—4 片弧形竹片。

3.软化处理：对预处理后的竹片进行 180℃ 高温饱和蒸汽软化处理 2—15min。

4.刨削展平：软化后的弧形竹片立即进入刨削展平一体机中进行展开。

5.冷却定型：采用先辊筒冷却定型，再进行板材干燥定型的协同处理方法。



无刻痕展平竹材生产过程

四、应用场景

本成果可应用于建筑装修、日用品等领域。制造砧板，代替塑料砧板；制造地板或者集成材，代替工程塑料；制造薄型竹片，代替塑料一次性刀叉勺餐具、餐盘、牙刷柄等日用品。

如按照现有的产量及市场需求，无刻痕竹展平材可替代部

分现有的竹地板、砧板、茶盘、果盘等日用消费品，初步估算如能替代 10%就有 40 亿元以上的市场销售前景。



无刻痕展平竹材产品

竹吸管

完成单位：国际竹藤中心、安徽鸿叶集团生态竹纤维科技有限公司、平舍智能科技有限公司

完 成 人：方长华、殷明亮、费本华、宋轶斐、陈绍宏、栾玉、刘焕荣

成果简介：

一、成果内容

该成果利用 3 年以上竹材为原料，通过在竹片制备的圆竹棒上进行高速钻孔制得天然环保型竹吸管，该产品利用资源丰富、生长速度快、可再生的竹材作为原料，通过物理方法制得而成，天然环保、无添加物、无胶黏剂、可快速降解，对环境无二次污染。

二、成果特点

该成果以竹材为原料，设计开发了一种高效、自动化的竹吸管制备工艺，包括圆竹棒的制备、湿热处理和全自动纵向钻孔。该工艺无需使用化学制品，保持了竹材的天然结构和生物降解性，同时具备回收再利用的价值。力学性能高于纸吸管和聚乳酸（PLA）吸管；在不同液体环境中，竹吸管能保持结构完整性，并具有优异湿强度。

该成果的技术已得到规模化生产应用，单台钻孔设备每小时可制得 2500 支以上竹吸管，每天可生产 500 万支以上。制定了竹吸管团体标准、国家标准和国际 ISO 标准。

三、应用方法

该成果以毛竹为原料，经过锯断、开片、拉丝成圆竹棒、圆竹棒锯断、炭化、烘干、圆竹棒第一次抛光和自动顺料、自动初选、自动钻孔成型、第二次抛光顺料、自动烙字、成品全自动图像识别精选、包装等工艺制得全天然环保型竹吸管。该成果解决了竹棒弯曲、钻孔时内部竹屑难排出、刀具过热、刀具易弯曲折断、打孔跟随偏位、卡料等等难题。



产品全貌和替代产品

四、应用场景

利用该成果研制的竹吸管是一次性塑料吸管的优良替代品，应用于餐饮店和家庭使用。目前该产品主要销售市场是海外，国内市场使用量很少，主要有如下原因：1.虽然发改委已明文禁止所有餐饮店使用一次性塑料吸管，但未得到完全落实，很多餐饮店仍然使用廉价的塑料吸管；2.虽然目前竹吸管的价格和合格的纸吸管和聚乳酸（PLA）吸管价格具有竞争力，但由于市场仍有大量的廉价的不合格纸吸管和 PLA 吸管，使得竹吸管很难进入市场；3.竹吸管作为一种新产品，市场知晓度低。国内市场的推广还需要解决以上几个问题。



竹吸管生产车间

圆竹代塑管材改性处理技术

完成单位：南京林业大学、中国热带农业科学院橡胶研究所

完 成 人：王雪花、徐伟、邓硕通、秦韶山

成果简介：

一、成果内容

针对塑料管废弃物难降解、产品质感生硬、艺术格调受限等问题，本成果突破圆竹处理过程中尺寸及形态稳定性等技术瓶颈，使其处理过程中开裂率较常规处理下降 20%以上，开发圆竹代塑料管材加工处理技术及代塑产品，不仅适用于文创市集、家居生活集合店、商业空间等，还可拓展至旅游景区、文旅融合等场景应用。

二、成果特点

本成果保留竹材原态，无需化学试剂，通过调控处理温度及环境湿度，有效释放竹材快速生长带来的内应力，实现其增值高效加工。使竹材在保留其原态，即以竹节为代表的文化特征的前提下，提升其处理过程中的尺寸形态稳定性及外观，开发高品质圆竹管材类工艺品，同时提升生产效率。产品使用后 3—6 个月可自然降解，不存在环境污染问题。

三、应用方法

本成果的工艺流程涉及物料状态监测、上料、根据物料状态的处理程序调控及实施、出料、后加工。涉及密封处理罐，密封

处理罐内的温度及湿度需可调。除罐体上开设阀门进出料，另需开设小孔，处理过程中根据罐内物料状态使小孔处于打开或关闭状态。该处理技术可根据企业产能需求，将周期式生产改为连续式生产。后加工环节根据企业生产规模，可增设物料视觉识别、加工及分拣程序等，以提高生产效率。



圆竹管处理

四、应用场景

本成果的圆竹可直接或经简单加工作为代塑管，应用于家居、包装、工艺品领域等。在家居领域，可作为花盆、滴灌管、晾衣杆等家居日用品，替代塑料花盆、塑料滴灌管、塑料晾衣杆等；在包装领域，可作为外壳或填充材料，代替塑料泡沫包装；在工艺品领域，可作为笔筒、镇纸、挂饰管等，代替塑料笔筒、镇纸空心管、塑料装饰挂管等。

本成果契合国家“十四五”塑料污染治理行动方案与“以竹代塑”倡议和行动计划。以塑料花盆为例，2022 年塑料花盆产

量约 12.96 亿个,若圆竹花盆达到 30%替代率,规模达数十亿元。推广应用圆竹管及加工技术可有效减少塑料垃圾污染,带动全产业链就业,助力竹产区经济增收。

实现圆竹管竹类工艺品市场占有率提升,推动竹产业链向家居装饰、文化、建筑建材等领域延伸,为全球禁塑提供中国方案。



塑料管产品



代塑圆竹管产品

透明竹代塑绿色制造技术及全尺寸高值化方案

完成单位：南京林业大学家居与工业设计学院

完 成 人：吴燕、徐伟、曹坤丽、陶鑫、钟亚男、张燕冰、
钟林君

成果简介：

一、成果内容

针对透明塑料制品消耗不可再生资源的问题，本成果以竹材为原材料，突破透明竹材产业化核心难点（纤维断裂、变形翘曲），开发透明竹材绿色制备技术，精准匹配场景，实现其光学性能和机械性能的协同优化，可替代传统塑料制家具饰面、电子显示面板、汽车内饰板等材料，适用于建筑室内装饰、智能显示等应用场景。

二、成果特点

本成果以竹材（薄竹、竹片、竹篾）为原料，通过脱木质素、真空浸渍、模压定型等特色工艺，赋予竹材优异的光学性能，创新竹材透明化绿色加工技术，开发的透明竹材兼具环保和实用性的特点。

三、应用方法

针对传统脱木素工艺污染大、纤维损伤严重的问题，重点开发环保型脱木素体系。本项目融合了溶剂对木质素的亲和作用与光催化氧化的协同效应，通过环境友好的方式破坏木质素结

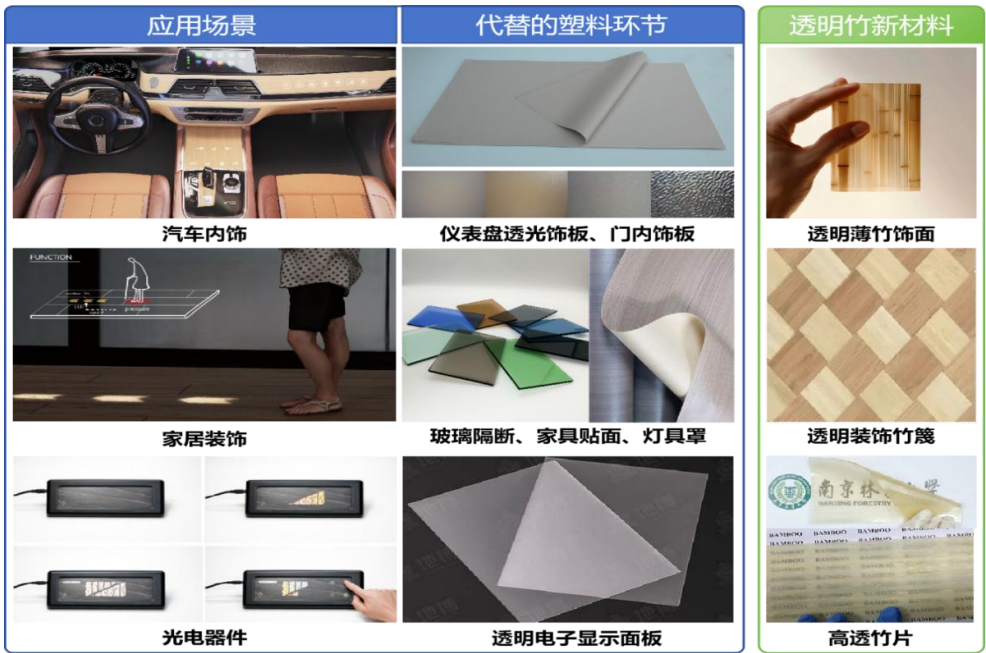
构并实现高效分离。具体采用绿色离子溶液，运用梯度升温蒸煮法设置三阶段温度曲线，通过延长低温渗透时间，利用竹材结构定向特征提升脱木素均匀性，随后紫外光辐照进一步脱除木质素，节省能源的同时最大程度上保持竹材力学性能。

四、应用场景

本成果可在建筑及室内装饰领域，替代家具贴面、灯具罩等；在家电领域，开发保留纹理的高透光度显示面板等，替代石油基显示器，降低土壤污染；在智能汽车领域，用于仪表盘透光饰板、车内触控交互面板。

本成果契合国家“十四五”塑料污染治理行动方案与“以竹代塑”倡议和行动计划。推广应用透明竹产品可有效减少污染，带动全链就业，助力竹产区经济增收。

实现透明竹市场占有率提升，推动竹产业链向家具饰面材料、电子显示基板 and 智能汽车等高附加值领域延伸，为全球禁塑提供中国方案。



无裂纹竹材展平装饰材制造技术

完成单位：南京林业大学、浙江农林大学等

完 成 人：李延军、王新洲、刘红征等

成果简介：

一、成果内容

针对竹材产品传统加工方式存在的原料利用率低、胶黏剂使用量大、生产效率不高等制约行业发展的瓶颈问题，项目将竹材通过自主开发的制造方法和装备生产出大幅面无裂纹展平竹材，开发出高利用率、高附加值、环保的竹材展平装饰材，可以广泛应用于竹砧板、竹地板等代塑产品。项目建成竹材无裂纹展平生产线 10 余条，市场占有率达 90%以上，创制的关键设备在全国 6 个省市推广应用，并出口到美国、荷兰等国家。项目的成功实施极大推动了竹材加工产业的技术升级，带动竹产区竹林培育，促进竹农增收，助力生态环境治理与乡村振兴。

二、成果特点

该成果突破了竹材高效定量去节去青、高温蒸汽快速软化、竹壁应力释放等关键技术，构建了竹材高效展平的完整技术体系，在装备和工艺方面取得了多项创新性成果，确立了产品的技术标准。竹展平板与传统竹片比较，竹材利用率达 44%，合格率达 93%。已在杭州庄宜、双枪科技、江西庄驰等企业推广应用。

三、应用方法

工艺流程及步骤

原竹→横截→竹筒→分选→去内节→去青→开槽→高温高湿软化处理→展平→干燥定型处理→砂光→成品

技术要点

1.竹筒预处理：将竹材截断成 0.5—2m 的竹筒，去除竹筒内节和竹青、纵向开槽；

2.软化处理：对预处理后的竹筒进行 180℃ 高温饱和蒸汽软化处理 3—15min；

3.展平：利用竹材展平机在竹黄面开设交错的线槽或孔眼释放应力，获得无裂纹的平面竹板材。



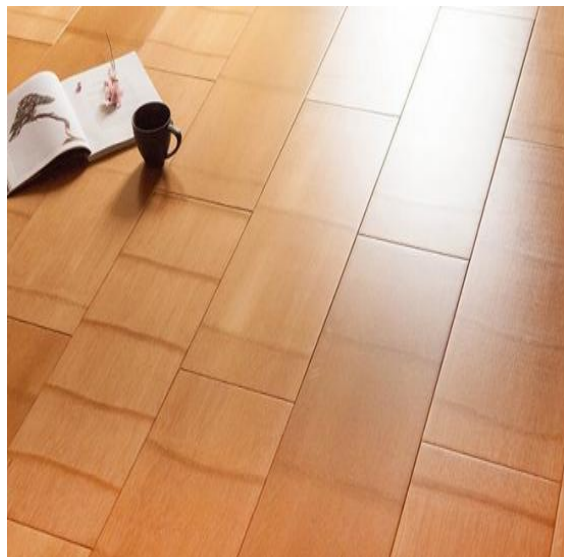
无裂纹展平竹材生产过程

四、应用场景

本成果可应用于建筑装修、日用品领域。制造砧板，代替塑料砧板；制造地板，代替工程塑料；制造刨切薄竹，代替塑料饰面材料、明信片、塑料卷筒等。

利用无裂纹竹展平材可替代部分现有的竹地板、砧板、茶

盘、果盘等日用消费品，初步估算如能替代 10%，需要 23 万立方米竹展开材料，新增销售额 30 亿元以上，新增就业 4000 余人，年用毛竹 0.12 亿根，增加竹农收入 3.6 亿元。



无裂纹展平竹材产品

原竹快消品关键制造技术与装备

完成单位：浙江省林业科学研究院

完 成 人：张建、张文福、袁少飞、梁峰晖等

成果简介：

一、成果内容

本成果主要内容包括多规格均质薄竹片精准加工技术、竹片高效预处理技术、自动成型技术与装备、原竹快消品标准质量体系。本成果通过优化原材料加工工艺、产品生产流程和加工装备自动化水平，提高竹材利用率和生产效率，降低生产成本，有效提升了竹质刀叉勺等原竹快消品的市场竞争力。

二、成果特点

本成果攻克以下 3 项技术：1.多规格均质薄竹片精准加工技术。通过对竹材性能和产品要求进行分析研究，对竹材进行精细化剖分和利用，提升竹材剖分层数，优化产品结构参数，提升竹材利用率、产品合格率，降低产品成本。2.竹片高效预处理技术。通过快速软化、预浸处理、逼节调向等工艺与技术，降低产品功能区破裂和变色等缺陷，提升产品合格率 3.自动成型技术与装备。通过选型计算、试验对比、SolidWorks 建模仿真和有限元静力结构分析，确定竹质刀叉勺自动化成型方式、上下料方式、整机结构和吸盘组件等关键结构并进行参数设计，研制了一种双吸盘连续上下料自动热压成型装备，提升产品加工效

率和产品质量，建成年产能力 460 万套竹质刀叉勺生产线。

成果建立了产品质量体系，主要包括：LY/T 3346-2023《竹筷》、T/ZZB 2551-2021《竹质刀叉勺》等。成果产品性能达到相关标准要求。相关技术已申请发明专利 15 件，发表论文 10 余篇。

三、应用方法

本成果的技术主要工艺流程分为竹片精准剖分、竹片定长截断铣型、坯料含水率调节、坯料连续进料热压、产品抛光质检等。本成果不仅有效提升了原材料加工自动化和利用率，达到降本增效目的，还制定了产品标准，提升了产品的市场竞争力，对推动“以竹代塑”倡议有着重大的意义。

四、应用场景

本成果主要是用于原竹竹材的直接加工利用，可加工成竹筷、竹刀、竹叉、竹勺、竹吸管等餐饮用快消品。本成果产品可替代传统的塑料、木质的筷子、刀叉勺等产品。

成果依托国家“十四五”重点研发项目“竹纤维代塑复合产品加工关键技术开发与应用”、浙江省省院合作林业科技重大项目“原竹高值化利用关键技术研究与应用”“原竹快消品产业装备提升关键技术研究”等科研项目。一次性竹质刀叉勺成果成本降至每套 0.25—0.35 元，基本接近一次性塑料刀叉勺生产成本。目前，项目在合作企业建立了年产竹质刀叉 460 万套的生产线。竹刀、竹叉、竹勺等产品远销美国、法国、日本等多个国家。

随着塑料污染带来的全球环境问题日益严峻，特别是以一

次性塑料刀叉勺、吸管为代表的餐饮快消品对环境的破坏尤为明显。原竹快消品成为塑料快消品理想的环保替代产品，具有巨大的国内外消费市场。



产品全貌和替代产品



生产场景



应用状态

工业生产类

竹纤维复合材料汽车内饰件及生产技术

完成单位：国际竹藤中心、上汽通用五菱汽车股份有限公司

完 成 人：赵肖斌、李伟、邓梦蝶、余斌斌、蒋政、李海

成果简介：

一、成果内容

本成果以竹纤维为原料，攻克了纤维提取、制毡成型、零件评价等核心技术难题，开发出竹纤维复合材料汽车内饰件，完成产品的机械性能、VOC、气味等性能优化，推竹纤维材料在轻量化、低碳化汽车制造中的创新应用，助力产业绿色升级与国际竞争力提升。

二、成果特点

本成果主要围绕竹纤维在汽车内饰件产业化应用的关键技术展开系统攻关。

纤维提取及配方调控：以天然竹材为原料，通过专有纤维处理工艺实现竹纤维的高效提取与性能强化。同时通过调控竹纤维与聚丙烯的配比体系，满足汽车内饰零件的机械性能要求，实现零件的轻量化和环保化；

工艺参数优化：系统优化竹纤维复合材料成型模压温度、压力及时间等核心工艺参数，实现稳定高效的生产节拍；

模具结构设计：创新模具结构设计解决脱模变形与尺寸偏差问题，提升生产合格率。

该成果体系通过材料配方、工艺参数与模具设计的等技术协同攻关，为竹纤维复合材料汽车内饰件的产业化应用提供可靠支撑。如在宝骏云海车型中，竹纤维复合材料制成的空调箱挡板成功减重约 15%，碳排放量降低约 57%，VOC 及产品气味显著改善。未来，“以竹代塑”复合材料还将扩展至门饰板、侧围饰板等部件，进一步推动新能源汽车的轻量化与低碳化。

三、应用方法

工艺流程：竹材预处理→竹纤维提取改性→竹纤维复合材料制备→汽车内饰件模压成型→品质检测→成品包装

技术要点：

1.原料处理：对于竹材的分级选用，并采用特定组成的处理液和处理流程对竹材处理，以对竹材中的果胶、木质素、半纤维素发生碱性降解的程度进行控制，得到长径比、断裂强度满足一定条件的竹纤维。通过调控聚丙烯纤维的结合比例，进一步制得高强度且综合性能优异的竹原纤维复合材料。

2.成型工艺：模压成型过程中调控工艺参数，采用阶梯压力，有效降低复合材料内部的孔隙率和缺陷，制得力学性能优异的汽车零件。

3.模具和生产设备：设计多点同步顶出机构及特定刀口斜度的模具，利用成套自动化生产装备实现批量生产。

四、应用场景

本成果可替代汽车塑料内饰件，如侧围饰板、尾门饰板、侧门饰板等零件。适用于新能源汽车、高端乘用车等场景，通过材料轻量化实现整车减重，助力产业绿色升级。



产品全貌和替代产品

本成果契合国家“双碳”战略目标、《汽车产业中长期发展规划》和“以竹代塑”倡议和行动计划。随着新能源汽车年产量达数百万辆，竹纤维内饰件的规模化应用可撬动新兴材料市场，推动传统竹产业向高端制造延伸，同步提升汽车出口绿色竞争力。

实现竹纤维餐具市场占有率提升，推动竹产业链向食品包装、医疗等高附加值领域延伸，为全球禁塑提供中国方案。推动形成竹基复合材料汽车应用技术体系，实现传统石油基塑料内饰件的有效替代。通过全生命周期碳足迹管理，显著降低汽车生产环节碳排放量。预计可带动竹产区建立定向培育基地，形成“生态保护-高值加工-产业升级”的可持续发展模式，为全球交通领域低碳转型提供创新示范。



生产场景

电厂冷却塔竹质淋水填料制备关键技术

完成单位：国际竹藤中心、江苏亨达竹格填料有限公司

完 成 人：马欣欣、覃道春、刘贤淼、鲁继平

成果简介：

一、成果内容

冷却塔是发电厂的重要节能冷却设备，每降低 1℃ 的出塔水温，200MW 机组设备可节约 184.19 万元，全球市场在 2023 年达到 25 亿美元的规模。项目组针对不同需求的冷却塔环境，设计了竹编填料和竹木复合型填料，提升了竹质淋水填料的机械化加工水平，提高其冷却特性及耐久性。

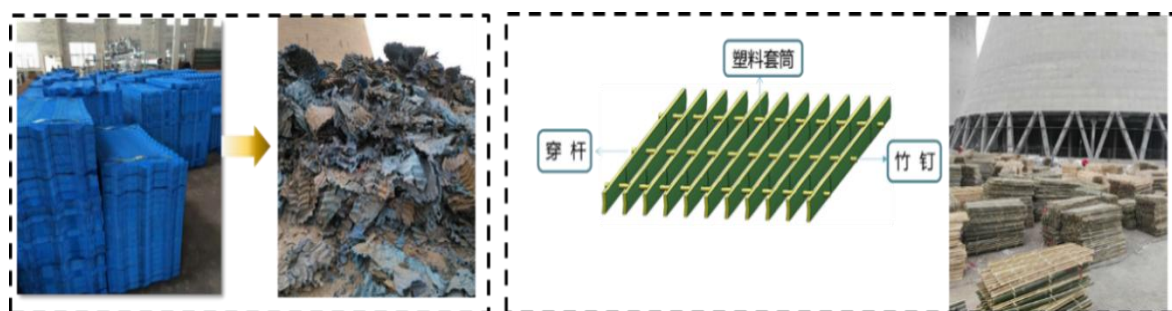
二、成果特点

本成果包括竹编填料和竹木复合型填料。其中，竹编填料，每条径向竹片之间的间距是 60cm，横向竹片交织穿插在径条之间，采取一正一反相邻排列模式，竹条间距便于空气流动。该产品仅需人工送料，基本可以实现填料安装前的全部自动化生产。竹木复合型填料利用竹木材解吸回弹原理，更改了传统竹格填料中穿杆的连接方式，去掉了 PP 塑料套管。相同冷却环境下，竹编填料的出塔水温比传统竹格填料的出塔水温低 0.49℃，比塑料填料低 1.49℃。

目前，竹质淋水填料在河北、山西、山东等国内数百家电厂应用，使用效果良好。

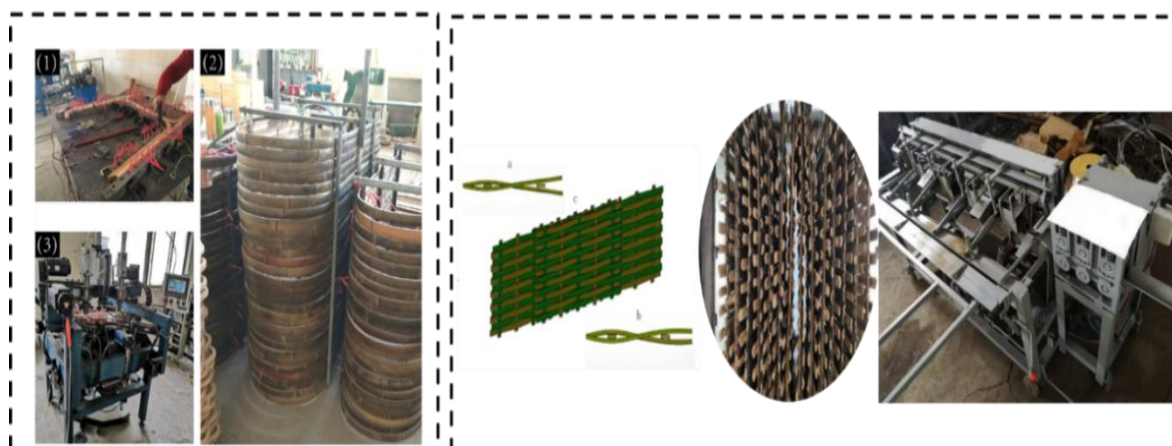
三、应用方法

本技术的主要工艺流程包含了分片、去节、打孔、穿杆，在铺设形式上结合竹材自身的冷却优势，对表面进行预处理，增强了水滴喷溅效果，增大冷热流体的热交换面积。竹木淋水填料成型片的尺寸规格为：1000mm×1000mm×40mm，是保持圆竹弧形结构的竹片，穿杆可采用杨木或毛竹等，初始目标压缩率为 40%，压缩时间为 15—20min 左右，热水浸泡的回弹率为 50% 左右，回弹后直径约为 10.5mm。



塑料淋水填料

格栅型竹质淋水填料



U型竹质淋水填料

编织型竹质淋水填料

填料种类

四、应用场景

目前 PVC 塑料淋水填料占据国内市场的 90%，年更换量约为

1.5 亿立方。本成果主要用来替代这类填料，使用寿命一般在 10—15 年，稳定性和承载性能良好，冬季塔裙结冰也不会出现填料下拉或坠落现象，耐老化性能优异。可应用于火力发电厂、钢厂、化工厂等双曲线冷却塔中，市场规模可达上亿元。



应用场景

智能一体化竹塑托盘周转箱制造关键技术

完成单位：箱联天下（桃江）新材料科技有限公司、箱联天下供应链管理有限公司、湖南大学

完 成 人：肖运良、林勇、肖霄、陶剑波等

成果简介：

一、成果内容

本成果利用竹纤维作为增强材料，与 PP、PE 材料复合，制备竹塑复合材料，核心技术包括竹纤维制备和改性、竹塑界面相容剂添加、塑料免造粒竹塑混炼技术、节能模压工艺、智能芯片模块集成等，通过模压工艺生产出物流托盘、周转箱，替代普通塑料托盘、周转箱。同时，模压过程集成智能芯片模块，使竹塑托盘、周转箱带有智能功能。

二、成果特点

本成果产品经权威机构检测，性能指标全部符合国家标准。竹塑托盘动载 1.5 吨，静载 3 吨；竹塑周转箱可装载 1—1.5 吨，平压测试达到 14 吨，30—50%的竹纤维比例，“以竹代塑”功效显著，而且可以 100%利用回收塑料，有利于减少“白色污染”。制订《竹塑模压成型托盘生产技术规程》湖南省地方标准 1 项和《潇湘竹品——竹塑模压成型托盘通用技术要求》湖南省竹产业协会团体标准 1 项。

三、应用方法

技术要点和操作步骤：

1.竹纤维制备和改性：竹纤维加工长径比大于 20，采用硅烷偶联剂溶液浸渍或喷涂，偶联剂浓度 0.5—1%(基于竹纤维干重)；

2.原料预混配方：竹塑托盘：竹纤维 30—50%，回收 HDPE50—70%；竹塑周转箱：竹纤维 20—40%，回收 PP60—80%；

3.界面相容剂添加：首选马来酸酐接枝，用量为 0.2—0.5%；

4.熔融混炼：150—180℃中温混炼，既要使塑料塑化充分又要防止竹纤维高温炭化；

5.模压成型：压力值 20—35MPa，工进速度 5—16mm/秒，保压时间 80—180 秒，水冷速度 25℃/分钟；

6.智能芯片嵌入：在合模前将芯片置于模具内特定位置，通过模压工艺一体成型。



竹塑托盘周转箱



传统塑料托盘、周转箱

四、应用场景

竹塑新材料托盘、周转箱可全面替代塑料托盘、周转箱。

竹塑托盘应用场景：工业生产仓储、物流、货物周转运输、农产品收储及物流、冷链配送、跨境电商等。

竹塑周转箱应用场景：工厂物料存放周转、产品仓储、带箱运输、商品配送、电商物流等。



应用场景

低 VOC 释放汽车内饰件用竹原纤维复合材料

完成单位：中国林业科学研究院木材工业研究所

完 成 人：唐启恒、郭文静

成果简介：

一、成果内容

针对汽车报废后塑料内饰件引起“白色污染”的难题，本成果以我国资源丰富竹原纤维为原材料，将中短竹纤维和聚丙烯纤维混合开松，采用无纺气流铺装技术研制模压用柔性互穿网络多孔材料，再通过冷压热熔-高压冷定型方的递进式模压工艺开发汽车内衬用竹纤维/聚丙烯异型构件复合材料产品，实现利用竹子代替塑料制备汽车内饰件，替代塑料高达 80%，促进汽车用复合材料产业轻量化、绿色化高质量发展，实现竹子在高端领域的高附加值应用。

二、成果特点

本成果可以制造包括车门、扶手、椅背板、扶手、后隔板等汽车内饰件，产品密度为 $0.9 \pm 0.1 \text{g/cm}^3$ ，静曲强度 57.7MPa，弹性模量 3300MPa，产品气味低，TVOC 测试检测不出苯类、甲醛类物质，满足汽车内饰件国家标准的要求，已经建成复合卷材生产线 2 条，平均产能达到 5 吨/天。

三、应用方法

连续长度竹束单板层积材是以碾压疏解后的纤维化竹束单

板为构成单元，通过对竹束单板厚度方向分级、宽度方向上整张化处理、长度方向上连续接长组坯及预压密实化等一系列工艺的集成和优化，采用间歇压热工艺制造连续长度的竹束单板层积材。

汽车内衬用竹纤维/聚丙烯异型构件复合材料产品分为两个步骤，一是柔性网络结构复合柔性卷材制造，二是汽车内饰件制造。首先，主要以竹原纤维、聚合物纤维为原材料，通过纤维开松机将团簇纤维开松蓬松分散的纤维簇，通过气流吹散辅助作用将原材料混合均匀，其次送入精梳机中梳理形成纤网层，通过移动错位铺装技术和针刺技术相结合，将单层纤网层制成柔性卷材，最后将卷材在 200℃ 环境烤熔，10MPa 的室温环境模压定型，定型时长 5 分钟。



纤维投料、计量



无纺布气流铺装



成卷



针刺及翻转

竹原纤维复合材料卷材制造过程



汽车内饰件模压制造过程

四、应用场景

竹原纤维具有绿色环保、固碳、强度高、韧性好优良特性，可以替代聚丙烯、聚碳酸酯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯等塑料制品，制造包括车门、扶手、椅背板、扶手、后隔板等汽车内饰件。建成竹纤维汽车内饰件生产线 2 条，产品在奔驰、宝马、上汽、一汽、柳汽等公司完成试装运行。

产品与聚丙烯塑料相比，密度由 1.12g/cm^3 降为 0.92g/cm^3 ，汽车内衬件减重 17.86%，按汽车内衬件用竹纤维复合材料后重量从 184kg 变为 150kg 计（以大众 Polo 车型为例），油耗降低 0.14L/100km，0—100km/h 加速性能提升 2.72%—3.40%，制动距离缩短 0.68m—2.38m；按大众 Polo 年产 14 万辆计算，轻量化后节省油耗 1.96 万升/100km 年，2024 年我国汽车内饰件行业市场规模约为 2500 亿元。采用竹原纤维制造汽车内饰件，将有助于打开万亿市场规模。



竹原纤维汽车内饰件



竹原纤维汽车内饰件应用领域

竹原纤维

完成单位：江西省华竹新材料科技有限公司

完 成 人：吴世春、邓文龙、李静、王明宇

成果简介：

一、成果内容

本成果的主要内容为“竹原纤维”，华竹新材是全国最大的竹原纤维生产厂家。拥有全国最先进的超声波微气流清洗技术、独家碱性离子液配方，脱糖脱胶效率高，保留了竹材本身的天然特性。竹原纤维可广泛应用于汽车内饰、可降解包装材料、模塑制品、建筑建材、纺织与日用品、工业与物流等领域，可替代塑料、玻璃纤维、石化纤维。

二、成果特点

本成果技术分为以下二种：1.超声波微气流清洗技术：可彻底清除脱糖脱胶后纤维上残留的离子液，使得后道开纤工序更轻松，出纤更蓬松。2.独家碱性离子液配方：脱糖脱胶效率高的同时可起到软化纤维，增强纤维柔韧度的功效。

通过纯物理机械的方式从竹子中提取的天然纤维，最大程度上保留了竹子的天然特性。具有抗菌抑菌、防螨除臭、吸湿透气、低碳环保可降解、减震降噪、隔音隔热、抗紫外线等特性。竹原纤维分为4种不同规格：竹绒纤维2MM以内、竹短纤维3—5CM、竹中纤维6—10CM，竹长纤维15—30CM，产品直径在0.12—

0.22mm 之间。华竹新材一期年产量 5 万吨竹原纤维。竹原纤维制品 2—3 个月可自然可降解。应用于汽车内饰可降低 70%的 VOC 排放。

三、应用方法

（一）工艺流程

1.原料挑选：选择生长 2—3 年的优质竹子，要求竹子无病虫害。

2.锯竹破竹：将竹子锯成一定长度的竹段去掉竹节并剖成竹片。

3.开纤分丝：锯、破好的竹材过压竹机和开纤机，分成细丝。

4.蒸煮：将竹丝放入反应釜蒸汽蒸煮。

5.离子液脱糖脱胶:分解木质素半纤维素、果胶获得更细的纤维。

6.清洗:通过超声波微气流清洗技术彻底清除脱糖脱胶后纤维上残留的离子液。

7.烘干、开纤开松：烘干后开松梳理得到不同规格的天然纤维。

（二）应用场景工艺流程

1.在板材应用方面：产品与部分低熔点纤维（可回收材料）混合，利用针刺工艺制毡，热压冷模工艺制板，该类板材通常用于汽车内饰零部件的压制，或用于墙面内饰板材的制造，竹纤维制品完全可降解。

2.在纺织应用方面：产品适用于棉、麻、天丝、羊毛等纱线

混纺，通常采用气流纺、涡流纺、环锭纺等工艺，用以提高混纺纱线的功能性，以此提高面料功能。

四、应用场景

竹原纤维可用于竹缠绕复合材料替代市政、水利、交通、建筑领域所用的塑料制品；可以替代塑料、玻璃纤维、石化纤维制造汽车零部件，减少车辆整体塑料的使用，降低汽车 VOC 排放；可应用于包装盒、包装袋、托盘、缓冲材料、替代相应的塑料制品；可应用于鼠标、键盘、笔、文件夹、等办公文具替代相应的塑料；以竹纤维为主要成分，通过与合成树脂、可降解改性助剂等进行复合,形成的可替代相关塑料产品的建筑建材和工程用材料；竹原纤维替代聚酯纤维应用于纺织,45 天后降解率达 98.6%。

竹原纤维产业作为新兴领域，在政策支持和市场需求增长、生态环境效益的推动下，竹原纤维产业规模预计将不断扩大。在汽车领域，预计 5 年内竹原纤维汽车内饰产品可实现 60 亿产值；在纺织和建筑装饰材料等领域，其市场潜力更是巨大，有望形成百亿甚至千亿级别的产业。竹原纤维将成为 21 世纪的环保型功能绿色纤维，为推动中国林产业和纺织工业的升级发挥重要作用。

竹纤维全生物降解材料凭借其可再生，低成本、高性能等优势，成为解决塑料污染问题的重要途径。大量采用天然竹原纤维材料，可减少塑料原材料的依赖，每吨竹纤维替代塑料可减少 CO₂ 排放 2.5 吨，对全球碳减排贡献显著。预计 2025 年全球汽车内饰市场规模达 3200 亿美元，环保材料需求增速超传统塑料 15%。新能源汽车快速发展，对轻量化材料需求增加，竹纤

维复合材料适配电动车减重、环保需求，市场潜力巨大。竹纤维材料的广泛应用将有效降低汽车行业碳排放，助力全球碳中和目标实现。竹材综合利用率达 95%，减少林业废弃物污染，实现资源循环利用。竹纤维独特的结构和性能，作为第五大天然纤维，其优异性能在开发纺织产品是有良好的发展前景。



产品全貌



替代玻璃纤维



替代聚酯纤维



替代塑料



生产场景

加捻结构竹纤维异型复合材料制造关键技术

完成单位：国际竹藤中心

完 成 人：程海涛、王戈、李明鹏等

成果简介：

一、成果内容

基于细观力学、加捻纤维束滑移及强力理论、均匀化理论及热传导数学模型并应用软件平台建立了考虑植物纤维束结构特性的纤维束模型，创建了内固化过程精确预测模型和植物纤维环向复合材料评价体系，研制了含加解捻单元和内固化装置的缠绕成型设备、管件质量测试设备等异型复合材料成套装备，并完成了植物纤维缠绕成套装备及年产 2.5 万根直径 ≤ 300 mm 异型管制品的工业化示范。

二、成果特点

利用加捻结构竹纤维异型复合材料制造关键技术，制备了竹纤维异型复合材料管材制品拉伸强度 5.94MPa、冲击强度 1.97kJ/m²、环刚度 12.85kN/m²，植物纤维制品拉伸强度 25.7MPa、冲击强度 5.76kJ/m²、环刚度 2.28kN/m²，风管耐风压 2500Pa 达到中等风压要求，且管壁未结露。

三、应用方法

采用碾压开松工艺得到长度分布在 1—10cm，直径分布在 10—35 μ m 的竹纤维，经纤维成毡机分离成尺寸相对一致的竹

纤维毡，后续进入纤维定向收窄机收拢至窄状纤维条，最后经过竹纤维加捻机加工成连续状的加捻结构竹纤维；将加捻结构竹纤维输送到缠绕线型设备和缠绕速度等参数，按照 4:1 的树脂胶液比例浸胶，调整机械张力控制器，按照设计缠绕方案，加工成型不同类型的竹纤维管材产品。

四、应用场景

通过加捻结构竹纤维异型复合材料制造关键技术产业化的应用，可以工业化生产竹纤维异型复合材料替代交通用汽车内饰产品，如顶棚、后备箱、车门内饰板等，也可部分代替建筑工程、水利输送等领域所用的相关塑料制品，实现竹产业的转型升级，推动“以竹代塑”工业化生态产品价值实现，助力实现碳达峰碳中和。



三通管件



弯头管件



保温管件



水利输送代替塑料管应用

竹质复合材料制备关键技术

完成单位：福建农林大学、维吉特新材料科技(泰州)有限公司、
福人集团森林工业有限公司

完 成 人：邱仁辉、刘文地、费铭恩、叶世俊等

成果简介：

一、成果内容

为响应国家“以竹代塑”政策，推动绿色低碳发展，本成果围绕竹资源综合利用瓶颈，创新开发了竹质复合材料专用无醛胶黏剂，解决了传统胶黏剂甲醛释放、界面结合弱等问题，显著提升了竹质复合材料的环保性和力学性能。

针对传统醛类胶黏剂甲醛释放高、竹纤维浸润性差等问题，以棕榈油基工业副产物为原料，突破低不饱和度植物油高效转化技术，开发了高性能无醛生物基胶黏剂。该胶黏剂具有低黏度、高渗透性、高反应活性等特点，可有效浸润竹纤维，固化后形成高交联密度网络，使复合材料界面结合强度提升 30%以上，且零甲醛释放。开发多种竹质复合材料产品，广泛应用于包装、建材、汽车内饰等领域，部分性能优于传统石油基塑料，且可自然降解，符合“以竹代塑”政策需求。

二、成果特点

胶黏剂工艺适应性广，适用于竹刨花板、竹纤维复合材料、竹集成材等多种人造板材。竹刨花板密度达 0.74g/cm^3 ，静曲强

度 30.6MPa，弹性模量 2710MPa，内结合强度 1.2MPa，24h 吸水厚度膨胀率仅 4.6%；竹集成材含水率 6.5%，浸渍剥离性能合格；所制备的人造板材均未检出甲醛释放。与传统的三聚氰胺改性酚醛树脂胶黏剂相比，竹刨花板性能显著提升；与无醛胶代表 MDI 胶相比，在性能和价格上均具优势。

三、应用方法

该胶黏剂是以棕榈油等植物油工业炼制副产物为原料创制的系列高性能生物基无醛竹材专用胶黏剂。该系列胶黏剂不仅具有粘结强度高、耐久性好、生物基含量高、无甲醛释放等优势，同时工艺适应性广，适用于竹胶合板、竹刨花板、竹集成材、竹重组材等多种产品。



专用植物油胶黏剂

四、应用场景

我国竹资源丰富发展竹质复合材料符合“以竹代塑”国家战略。目前已在福建、江苏等地企业应用，经济与社会效益显著。本成果的生物基无醛胶黏剂技术可替代传统醛类胶黏剂，预计未来 5 年市场规模超 50 亿元，应用领域包括：

1.绿色包装：替代塑料缓冲材料，用于电子产品、食品包装等。

2.环保建材：制造无醛竹纤维板、竹刨花板、重组竹等，适用于家居、建筑行业。

3.交通轻量化：用于汽车内饰、高铁车厢等，兼具轻质高强和环保特性。



竹质复合材料

竹加工与制浆剩余物制造新型竹塑复合材料关键技术

完成单位：国际竹藤中心

完 成 人：程海涛、王戈、李明鹏等

成果简介：

一、成果内容

本成果系统研究了竹加工与制浆剩余物竹屑和白泥的物理形貌与化学成分，提出了竹制浆剩余物在竹塑复合材料应用领域的设想，对比了不同竹质单元对 HDPE 的增强效果，创新设计了竹屑和白泥在芯壳结构竹塑复合材料中的表芯层分配与效用，有效实现了白泥增强表层耐水性与耐磨性、竹屑增强芯层力学强度的作用；并解决界面的融合，建立竹塑复合材料界面分形理论评价方法；创新研发了改性沙林树脂作为壳层基体，实现其与芯层的竹屑/高密度聚乙烯树脂混合体界面的有效融合，有效地改善了芯壳结构竹塑复合材料表面的耐磨性能；设计开发了双向共挤新型模具，完成了芯壳结构竹塑复合材料三种产品的工业化加工，其产品均满足相应标准指标要求。

二、成果特点

利用竹加工与制浆剩余物制造新型竹塑复合材料关键技术制造生产的生产（芯壳结构）竹塑复合材料弯曲强度均 $\geq 26\text{MPa}$ ，常温落球冲击凹坑直径 $\leq 5.6\text{mm}$ ，吸水率 $\leq 0.3\%$ ，吸水厚度膨胀率 $\leq 0.25\%$ ，表面耐磨 $\leq 0.0392\text{g}/100\text{r}$ ，达到 GB/T24508-2009 和

GB/T24137-2009 标准指标要求。

三、应用方法

首先通过造粒机按配比制备表、芯层材料，芯层材料为 30% 竹屑增强 HDPE 复合材料，表层为纯 HDPE 复合材料，5%白泥增强 HDPE 复合材料，5%竹浆纤维增强 HDPE 复合材料。共挤出系统由 A 塑料挤出机和 B 塑料挤出机构成。芯层原料的粒料加入挤出机 A，表层材料粒料加入挤出机 B。成型模具横截面尺寸为 30mm×4mm。挤出机 A 机筒温度控制为 160、165、175、180℃。挤出机 B 机筒温度控制为 160、165、170、175℃。通过控制挤出机 A 和 B 不同的进料比例和挤出速度控制表层的厚度，共挤出制备不同规格的芯壳产品。



汽车 B 柱零部件



竹纤维波纹管

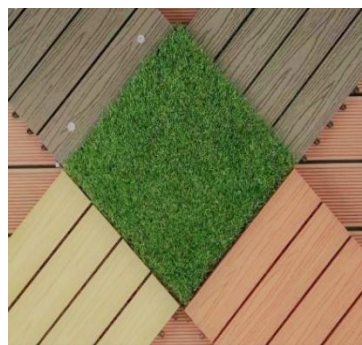
四、应用场景

通过竹加工与制浆剩余物制造新型竹塑复合材料关键技术产业化的应用，工业化生产芯壳结构竹塑复合产品实现户外地板等注塑制品、竹纤维波纹管部分替代相应的塑料纸制品，也可作为汽车的内饰注塑制品（B 柱零部件）部分替代等塑料制品等的替代，提高竹产品附加值，推动低碳产品市场化应用，减少

工业化塑料制品污染，推动“以竹代塑”高质量快速发展。



芯壳结构板材



竹塑户外地板应用

竹编安全帽

完成单位：国际竹藤中心、福建省建瓯市朝阳竹编帽业有限公司

完 成 人：孙丰波、林朝阳

成果简介：

一、成果内容

该成果开发了竹帽壳编织技术和安全帽辅助装置技术，研发了竹编安全帽。对于倡导以竹代塑，助推乡村振兴，发展绿色产业具有重要意义。

二、成果特点

产品经高温（ $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）、低温（ $-10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）、浸水（水温 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）条件处理，冲击吸收性能数值分别为：2862N、2578N、3024N；耐穿刺性能均为：不触顶，帽壳无碎片脱落；侧向刚性最大变形为 30mm，残余变形为 8mm，各项指标均达到 GB2811-2019《头部防护安全帽》标准的规定。

竹编安全帽相较于塑料安全帽的三大优势：1.环保，毛竹是绿色可再生低碳环保生物质材料；2.轻便，竹编安全帽约为 330g，塑料安全帽约为 420g；3.透气，竹编安全帽采用经纬编织，透气性能好。

建成了集竹丝加工、帽坯成型改性、模块组装的连续化生产线，年生产规模达 1 亿顶。

三、应用方法

1.采用基于热泵的低碳环保型竹材烘干装置，对篾丝进行物理烘干增加竹材的柔韧性。帽壳采用篾丝经纬编织而成，外加顶筋、内置加强筋，增强产品的耐穿刺性能、耐冲击吸收性能。2.通过对胶黏剂的改性，增强产品的抗压强度，且可以实现产品的耐水、耐高温、耐久的使用效果，以及通过环保油漆的喷涂实现产品多样化。3.帽沿封边采用原竹展开竹片，通过高温热压工艺，先制帽沿环，再一次封边成型。



竹编安全帽及应用场景

四、应用场景

竹编安全帽可代替塑料安全帽，产品可广泛应用于建筑工地，生产车间，应急救援，环卫保洁，园林养护，高空清洗，铁路维护，码头装卸，野外勘探、高速养护等用工业工场。根据最新行业统计数据，我国安全帽的市场规模可达40多亿元人民币，具有很大的市场发展空间。

替代石化树脂的竹粉基胶粘剂制造与应用

完成单位：福建农林大学

完 成 人：黄彪

成果简介：

一、成果内容

以竹粉等加工剩余物为原料，采用机械力化学技术活化改性处理制造出可替代传统石化基胶粘剂的低成本环保型胶合板胶粘剂，实现了“以竹粘竹”、“以竹粘木”，切合国家《以竹代塑全球行动计划（2023—2030）》。

团队拥有相关竹粉胶发明专利 6 项，开辟了无醛胶粘剂新的合成方向。成果具有破解石化依赖与污染难题的环保意义，激活产业价值与市场潜力的经济意义，引领健康生活与行业变革的社会意义。

二、成果特点

成果产品生物基组分含量在 55—95%，高于美国 USDA 生物基认证要求，成本不高于脲醛胶，应用于胶合板时二类板强度不低于 0.9MPa，刨花板满足 P2 家具型要求，高密度纤维板满足潮湿型高密度纤维板要求。本成果已建立 1200 吨/年竹胶无醛胶粘剂中试生产线。

三、应用方法

利用机械力化学技术实现竹粉中纤维素、木质素在化学力、机

械力和热力的三场协同活化，产生活性木质微元。该微元活性高，具有良好的交联性能，可作为胶粘剂应用在胶合板、刨花板、纤维板中。对于胶合板，热压温度 120 度左右、热压时间<50s/mm、初粘性适中，热压工艺与脲醛胶相同时满足二类板标准。



四、应用场景

该成果技术与产品核心在于替代传统以酚醛树脂、脲醛树脂为代表的石化基胶粘剂。这些传统胶粘剂在胶合板、纤维板等板材生产中广泛使用，不仅消耗大量不可再生资源，还在生产和使用过程中释放甲醛等有害气体，威胁人体健康。

竹粉基胶粘剂以天然竹粉为原料，通过活化改性技术提升粘合性能，从原料端和生产环节减少对石化产品的依赖，降低环境污染风险，改善生态环境质量，保障公众健康，提升社会生活品质，助力实现“双碳”目标。

该成果技术与产品有多元应用场景，如木材工业，建筑与装饰，家具制造等行业。成果产品契合政策导向，且随着消费者环保意识和健康意识的提升，对绿色环保产品的需求呈爆发式增长。产品凭借其环保性能和良好使用效果，能精准对接市场需求，拥有巨大的市场潜力。

建筑建材类

竹缠绕复合压力管

完成单位：浙江鑫宙竹基复合材料科技有限公司

完 成 人：叶矜等

成果简介：

一、成果内容

竹缠绕复合压力管是以竹材为基材，以树脂为胶粘剂，采用缠绕工艺加工成型的生物基管道，充分发挥竹子轴向拉伸强度高的特性，在管道结构中形成无应力缺陷分布，具备质轻高强、保温性能好、使用寿命长、节能低碳、成本低等特点。该成果突破了竹材传统利用局限，将竹材利用率大幅度提升，实现“以竹代塑”在工程管材领域的规模化应用，形成“资源-产品-固碳-再生”的全链条绿色闭环，制定并发布了《竹缠绕复合管》(GB/T 37805-2019)国家标准、《竹缠绕复合管》(LY/T 2905-2017)林业行业标准和《竹缠绕复合管道工程技术规程》(T/CECS 470-2017)团体标准。

二、成果特点

本成果具竹材的高强度、可降解性和复合材料的耐腐蚀性，其轴向拉伸强度超 10MPa，使用寿命达 50 年以上，入选了《全国重点节能技术应用典型案例》。

三、应用方法

主要工艺流程：竹材预处理，制成竹篾卷→树脂调配→以一定的角度，将竹纤维缠绕在模具上，同时加入树脂→80℃下固

化脱膜→涂刷外防护层→检测入库。

技术要点：严控竹材与树脂的质量，把控缠绕角度及轴向竹篾和环向竹篾的铺层设计，根据国家标准《竹缠绕复合管》(GB/T 37805-2019) 对产品进行质量检测。



竹缠绕复合压力管



替代塑料类管道

四、应用场景

本成果可替代塑料类管道，可用于市政工程、水利工程、农田灌溉等领域。在市政领域，可替代 HDPE 双壁波纹管、PVC 管；在农业灌溉领域，可替代聚乙烯(PE)管，解决农田“白色污染”问题。

本成果已在湖北、山东、内蒙古、广西、福建、河南、重庆、天津、新疆九个地区建成产业化生产示范基地，已在 11 个省铺

设 500 余公里竹缠绕管道工程。未来，若将每年闲置的 1.1 亿吨竹材制成竹缠绕管道，每年可减少碳排放 4.48 亿吨，可提供 100 万个乡镇就业岗位，在一带一路和南南合作中发挥重要作用，带动周边发展中国家在绿色低碳的基础上进行建设，促进当地国民经济发展，目前菲律宾、马来西亚、柬埔寨等国已有意向引进竹缠绕复合材料技术。

将竹缠绕管道的示范基地向全国多地辐射，提高竹缠绕复合管在管道市场中的占有率，预计到 2030 年达到千亿级产业集群，为我国林草产业高质量发展提供创新方式，进一步促进我国绿色可持续发展。



生产场景



应用场景

新型竹丝装饰材料绿色防护关键技术

完成单位：国际竹藤中心

完 成 人：覃道春

成果简介：

一、成果内容

该成果针对竹丝装饰材易霉变、易燃和难装配等技术难题，构建了拉丝、防护、被衬和胶合等预处理技术体系，研发了硅丙防霉乳液及其处理工艺技术，开发了磷酸盐与硼酸硼砂复配阻燃剂及其处理工艺，实现了竹丝装饰材料快速装配，形成了一整套新型竹丝装饰材料绿色防护关键技术。

二、成果特点

产品在 $200\text{g}/\text{m}^2$ 涂刷量时，对霉菌和变色菌防治效力达到 100%，阻燃处理材的热释放量降低了 40%，发烟总量降低了 80%，成炭率提高 12%，综合阻燃性能达到难燃性 B1 级。

年生产能力 50 万 m^2 ，平均利润率在 30% 左右，产品通过了 FSC 森林认证，并通过国内权威机构测试，其中室内使用寿命达 30 年以上，甲醛等有害物质释放指标通过国外测试标准。

三、应用方法

1.选材下料，选取笔直的毛竹，将竹筒沿纵向剖分成宽度 3.5—5mm 的竹片。

2.蒸汽加热处理，将竹片采用蒸汽釜处理 2—5h，然后冷却

至常温。

3.阻燃处理，将处理后竹片放入防火阻燃油漆或硼系阻燃剂中充分浸泡，经干燥后涂刷防霉硅丙乳液，在高压状态下烘干脱水。

4.上漆处理，将经过防火阻燃处理的竹片的表面用水性清漆处理，随后进行干燥。

5.等间距开槽，将竹片表面每间隔 3.5—5mm 开设一道表面槽口，每个竹片上开设 1—2 个相互平行的表面槽口。

6.倒角磨边，将开槽后的竹片表面槽口周边以及外缘尖角开倒角或打磨，对竹帘水平表面进行精细打磨和抛光。

7.铺设固定，利用纱布，将竹片粘接固定。

四、应用场景

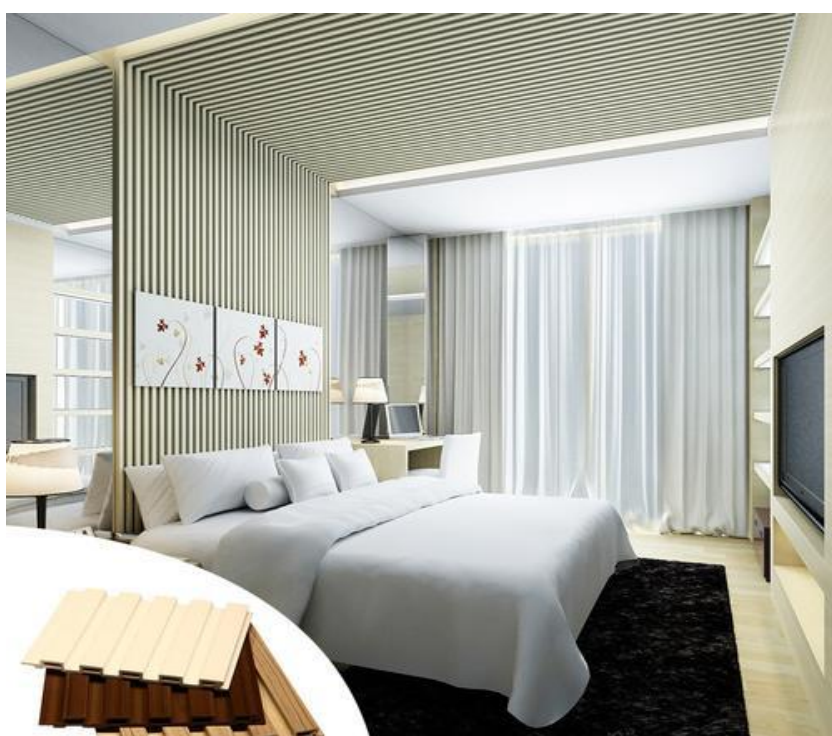
该成果开发新型生态竹丝装饰材料具有立体质感，美观舒适的具有防霉阻燃多种功能，在家具生产和室内装饰领域，可替代传统塑料装饰材料聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯等。



酒店走廊墙面竹丝装饰



卧室竹丝材料装饰



聚氯乙烯材料装饰

竹纤维复合材料管材

完成单位：湖南协成管业科技有限公司、长沙理工大学

完 成 人：曹选勇、龙春光等

成果简介：

一、成果内容

本成果主要内容包括竹纤维复合材料界面改性关键技术和高填充竹纤维复合颗粒料制造关键技术，以上技术获得的材料通过管材生产线挤出、压延和模压多种成型工艺获得竹纤维复合波纹管材。

二、成果特点

开发 BF 多功能表面处理剂和开发 BF 含量高达 30—50% 的竹纤维复合颗粒料，弯曲强度达到 92.6MPa，拉伸强度达到 42.9MPa，弯曲弹性模量达到 9.5GPa，密度达到 1.1605g/cm³，申报国家专利 8 余项。

三、应用方法

本成果技术的主要工艺流程分为以下 5 步：1.竹纤维复合材料界面处理；2.开发 BF 含量高达 30—50% 的竹纤维复合颗粒；3.构建低温风冷挤出工艺体系和多段组合式螺杆构型及多层共挤设备，实现聚乙烯竹纤维复合实壁管的自动化生产。

四、应用场景

竹纤维复合管材广泛应用于建筑、交通桥梁隧道供水、农业

灌溉、工业化工、石油管道、通信线路、电线保护套管等多个领域，其环保、耐腐蚀性好、强度高、性能优异的性能颇受市场青睐，具有广泛的市场需求。

本成果充分响应并契合中国提出的2030年“碳达峰”与2060年“碳中和”目标的“以竹代塑”倡议。公司计划通过推动行业标准认证，提升产品公信力，以及技术培训、参加行业展会、媒体宣传、抖音等多种方式，推广科技成果竹纤维复合波纹管，逐步推广应用到世界各地。



竹纤维管材产品及生产场景



竹纤维管材应用场景

高性能薄竹装饰材料生产技术

完成单位：浙江农林大学

完 成 人：李延军、杜春贵、王宇等

成果简介：

一、成果内容

本成果在 2007 年国家技术发明奖二等奖“刨切微薄竹生产技术与应用”基础上，针对竹材壁薄中空，难以形成大幅面薄型材料的技术瓶颈，创制了竹方材干—湿复合胶合理论、竹板脉动式加压浸注技术，开发了刨切微薄竹技术，在国内外首次成功地研制出 0.2—1.5mm 刨切微薄竹产品，形成了低成本、高利用率、质量稳定的大幅面薄竹单元。

二、成果特点

本成果以毛竹为原料，通过大幅面竹板制造、增湿叠厚、软化刨切、柔性增韧增强等工艺，创制了大幅面、高性能薄竹加工技术，开发的高性能微薄竹具有强度高、韧性好、成本低、绿色环保等特点。

三、应用方法

工艺流程及步骤

大幅面薄竹装饰材料的生产工艺流程如下：原竹→横截、纵锯→粗刨→蒸煮、三防处理→干燥（或炭化）→精刨→涂胶、陈化→组坯、热压→集成竹板→砂光或刨光→增湿处理→涂胶→

组坯→冷压湿胶合→集成竹方→软化、刨切→干燥→增韧增强→裁边、修补→成品。

技术要点

1.竹板增湿：将干竹板置于密闭容器中，通入冷水加压浸注，浸注压力 0.2—1.0MPa，时间 3—24h。

2.冷压胶合：单面施胶量约 180g/m^2 ，单位压力 1.0—2.0MPa，冷压时间 2—4h。卸压后自然放置 1d 后再进行后续工序。

3.竹方软化：将竹方放入软化池中软化，升温速度控制在 $1.5\text{—}2^\circ\text{C/h}$ ，水温控制在 $45\text{—}55^\circ\text{C}$ 为宜，软化时间为 48—72h。



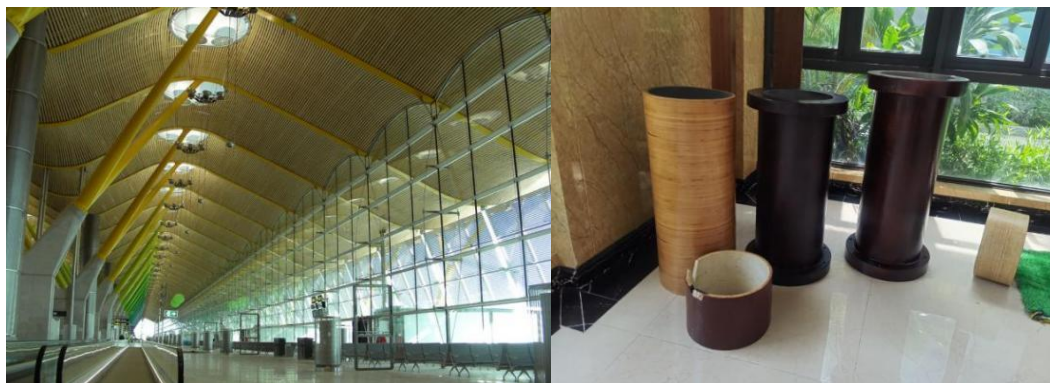
高性能薄竹装饰材料生产过程

四、应用场景

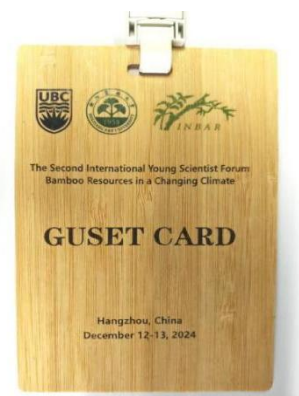
本成果可应用于建筑装修、市政交通、日用品领域。在建筑领域，代替木质单板、三聚氰胺浸渍纸等用于人造板贴面、室内装饰；在市政交通领域，可代替混凝土管道、橡胶管道，用于市政管网；在日用品领域，可代替塑料，用于竹餐盘、托盘、水杯、手提袋、模压包装盒等。

本成果广泛应用于建筑、家居等领域，如建造了西班牙马德里机场的天花板、无锡国家大剧院、山东国家大剧院等知名的

大型建筑工程，下一步将推动高性能薄竹向市政、交通、日用品等领域延伸，以人造板三聚氰胺浸渍纸为例，市场规模约为 70 亿元，具有广泛应用前景。



高性能薄竹在建筑、市政领域的应用



高性能薄竹在“以竹代塑”领域开发的产品

高性能多用途竹基纤维复合材料制造技术

完成单位：中国林业科学研究院木材工业研究所

完 成 人：于文吉、余养伦、祝荣先、张亚慧、张亚梅

成果简介：

一、成果内容

针对我国竹材人造板产业存在资源利用率低、生产效率低、产品同质化严重等产业问题，突破了竹材单板化制造、精细疏解、高效重组等关键技术，创制了疏解、高温热处理和成型等关键装备，攻克了竹材青黄难以有效胶合、竹材难以单板化利用等制约产业发展的瓶颈技术，构建竹基纤维复合材料制造技术平台，创制了高强度、高耐候性、高尺寸稳定性和环保型四大系列产品，成果先后被国家发改委列入《国家重点节能低碳技术推广目录（2017 年）》《国家绿色技术推广目录（2020 年）》“以竹代塑”主要产品名录（2023 年版）《绿色低碳转型产业指导目录》（2024 年）等加以重点推广，获得 2015 年国家科技进步奖二等奖，中国专利优秀奖，2013 年和 2024 年北京市科技进步奖二等奖。

二、成果特点

本成果使竹材的一次利用率从 50%提高到 90%—95%，单元制备效率提高 5 倍，施胶量降低 15%—25%，成型效率提高 12%—17%，能耗降低 15%。利用本技术生产竹质重组材料屈服强度达

到 364MPa（碳素钢 Q₂₃₅ 屈服强度 235MPa），防腐等级从稍耐腐级（Ⅲ级）提高到强耐腐级（Ⅰ级），28h 循环吸水厚度膨胀率低至 0.6%（国标<5%），甲醛释放量降至 0.1mg/L（国标 E0 级<0.5mg/L），游离酚释放量降至 28μg/m³。

三、应用方法

将竹材采用多功能疏解技术，分离成竹纤维束；之后，浸渍低分子量酚醛树脂后，经干燥、组坯、成型等工序，加工成竹基纤维复合材料板材或方材；最后，将竹基纤维复合材料再加工成地板、建筑结构材、门窗等产品。



竹重组材地板



木塑复合地板



冬奥会国宾山庄

四、应用场景

成果主要用于替代工程塑料，用于建筑结构、门窗、户外地板等领域，在大庄、竹元、安徽宏宇等 21 家企业成功转化，建成竹质工程材料生产线 12 条；产品在北京中轴线、副中心、冬奥会、世园会、雄安新区、港珠澳大桥、昭君博物院等国家重点工程推广，并出口欧、美、日等 20 个国家和地区。

本成果生产的竹质重组材料，具有高强度、高耐候性、高耐候性、高环保性等性能，是一种绿色负碳产品。在建筑、景观等等工程领域，替代工程塑料、塑钢窗、木塑复合地板等方面具有广泛的应用前景。



竹质重组材料窗



塑钢窗



竹质重组材料窗规模化应用

可降解竹纤维增强高分子复合材料制造关键技术

完成单位：中南林业科技大学

完 成 人：吴义强、李新功、左迎峰等

成果简介：

一、成果内容

本成果主要包括竹纤维与高分子塑料界面融合技术、竹纤维增强高分子复合材料节能成型技术及竹纤维增强高分子复合材料功能构筑与调控技术。本成果可实现竹纤维/可生物降解高分子复合技术中的关键技术突破。

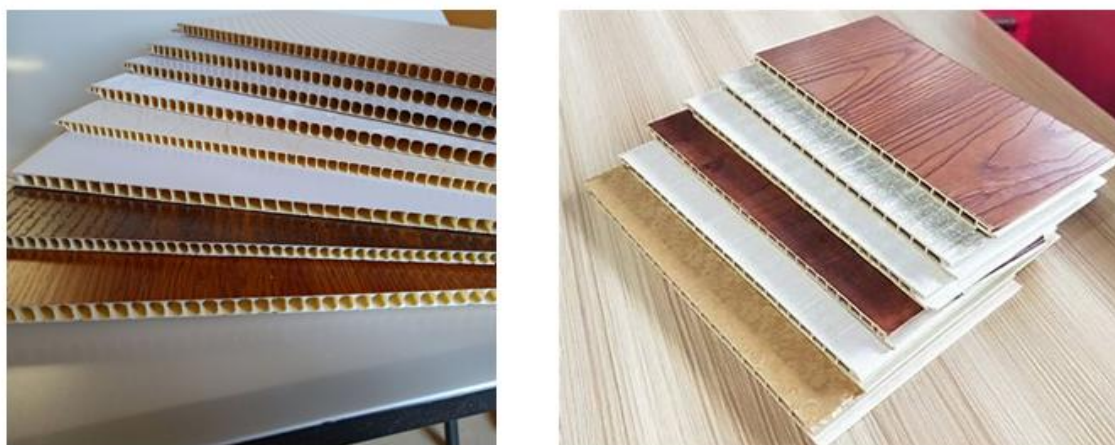
二、成果特点

本成果技术分为以下三种：1.竹材纤维表面修饰及生物可降解高分子表面活化技术。2.竹材纤维增强可降解高分子复合材料的节能成型加工技术。3.竹材纤维增强可降解高分子复合材料功能构筑与调控技术。制备了生物可降解竹纤维增强高分子复合材料 3 种，材料的静曲强度达到 50MPa，24 小时吸水厚度膨胀率在 5%以下；材料的使用周期可达到 2 年，可控堆肥降解下高分子降解率达 70%以上，竹纤维利用率达到 70%，申报国家专利 10 余项，发表核心期刊论文 20 多篇。

三、应用方法

本成果技术的主要工艺流程分为以下 5 步：1.对竹纤维形态及表面进行改性处理；2.选择合适的生物可降解高分子及助

剂并对其进行改性处理；3.制备高性能的竹纤维增强生物可降解高分子复合材料；4.选择合适的制备工艺和添加功能改性剂，赋予材料轻质高强、阻燃抑烟、保温隔音等功能；5.采用多种方案对复合材料进行降解性能、耐久性能评价。



竹塑复合装饰板

四、应用场景

本产品可替代饰面人造板、石膏板等，应用于家居与室内装饰领域；也可替代一次性塑料制品领域，具体应用于塑料袋、吸管、餐具（刀叉、餐盒）、杯盖、食品包装膜等。

本成果高度契合国家“十四五”塑料污染治理行动方案及“以竹代塑”倡议，在政策驱动、市场需求和生态效益协同下，推广潜力显著，可以大大提高现有竹材的利用率(98%以上)和附加值(提高 80—150%)，带来巨大的经济效益，而且也会带动航空航天、汽车工业、建筑、装饰、家具、地板等新型复合材料产业的跨越式发展。

竹材生长固碳能力强，全生命周期碳排放比传统塑料低，推动竹产区的加工产业链，有助于提升竹农收入，能减少微塑料

污染对海洋和土壤生态的破坏，助力“双碳”目标，提升公众环保意识。



竹塑复合材料生产线



应用场景

竹质异色层积装饰材制造技术

完成单位：国家林业和草原局竹子研究开发中心

完 成 人：陈玉和、何盛、吴再兴等

成果简介：

一、成果内容

针对当前消费市场中竹产品颜色单一、装饰效果不佳问题，利用柔性竹束单元加工和高压染色技术实现竹束均匀染色，研发机械化连续编织方法加工整张化竹束单板，实现竹质异色层积装饰材连续化铺装，产品密度均匀性较现有重组竹产品显著提高。基于上述技术集成形成竹质异色层积装饰材制造技术。

二、成果特点

该成果实现竹束均匀染色，染色效率提升 200%以上；吸水厚度膨胀率降低 20%以上，厚度方向密度分布标准差降低近 70%，耐光色牢度高达 4 级。

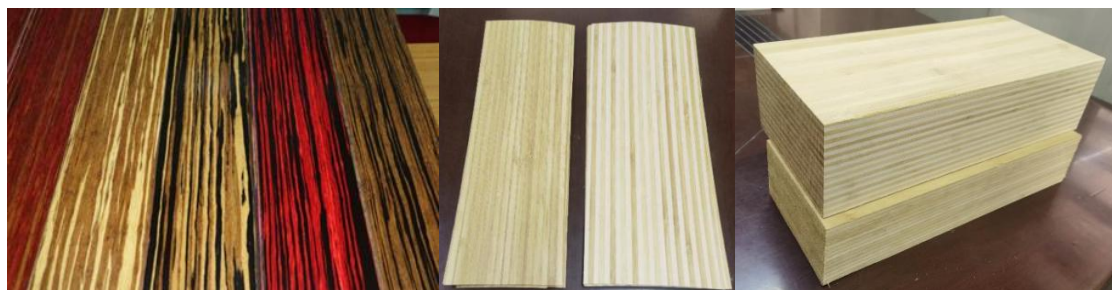
三、应用方法

技术要点及操作步骤如下：

1.竹束精细疏解与高压染色：采用精细疏解技术，控制竹材疏解度，单股竹束直径小于 5mm，竹束最大直径减小 50%，利用酸性染料对竹束进行染色，染液浓度为 0.01—1%，染色温度 95℃，染液材积比 1:5—20，加压压力 1.5MPa，加压时间 2—6h。

2.竹束连续化编织：利用试制竹束连续化编织设备，实现窄

长疏解竹束的整张化加工，编织线横向间隔取 30cm，编织速度 2—5m/min，可保证竹束单元编织成连接紧密的整张化竹束单板。



竹质异色层积装饰地板、装饰贴面材料、装饰方材



PVC 装饰贴面材料



PVC 装饰墙板

四、应用场景

本成果应用于建筑家居装饰、装饰包装和日用品领域，可替代塑料墙板、塑料包装盒、塑料托盘等产品；在包装材料领域，可加工成竹质托盘、竹质包装箱等，有效减少塑料包装的使用；在日常生活用品领域，可制成竹质餐具、竹质洗漱用品等。

本成果可在家具、墙板、包装和日用品领域推广应用，替代目前市场上部分 PVC 墙板、PVC 装饰纸、塑料包装类材料，替代其 5% 的市场份额，将为竹产业新增产值约 12 亿元。

提升竹质建筑装饰材料装饰效果和附加值，丰富竹质代塑

产品种类，提高产品市场占有率，推动竹产业链向高端家居装饰、包装等领域延伸，为竹产品全球推广与代塑应用提供中国方案。



应用场景

竹束杨木复合胶合板加工设备及其制造技术

完成单位：国际竹藤中心

完 成 人：费本华、王戈、程海涛等

成果简介：

一、成果内容

本成果结合我国丰富的丛生竹和人工林杨木资源，开发了竹束纤维单板和杨木单板复合的胶合板成套制造技术，研制了帚化碾压设备，建立了质量评价方法，研制了竹束杨木复合胶合板产品。产品物理力学强度均达到相应国家标准要求，可广泛用于木结构建筑用覆板和工程领域，为我国最大化利用现有资源以及竹产业发展和新产品开发提供了新途径。

二、成果特点

1.通过自主研发的竹材帚化碾压设备，竹纤维束横断面平均弦长小于 0.1mm，且表面平均弦长小于 0.18mm；2.竹纤维束通过影像法，从其横断面或表面进行定性以及定量质量评价；3.竹束杨木复合胶合板静曲强度顺纹达到 131.9MPa，横纹为 59.0MPa，弹性模量顺纹达到 14.8GPa，为横纹 4.2GPa。

三、应用方法

将毛竹通过碾压机加工成竹束，再利用编帘机制成竹帘，杨木旋切成单板，将二者放入鼓风干燥箱干燥，使含水率达标低于 12%；用配好的胶液对干燥后的竹帘和单板分别施胶，竹帘浸

胶，单板涂胶。之后再次干燥，控制温度与时间，使竹帘和单板含水率分别控制在合适范围；按竹帘为芯层材料、相邻层纤维方向相互垂直、上下表面为单板的方式排列组坯。将组坯好的板坯放入热压机，控制温度、时间、压力进行热压；热压好后用模切机锯边，按标准检验，合格后形成成品。

四、应用场景

通过竹束杨木复合胶合板加工设备及其制造技术产业化的应用，工业化生产竹束纤维单板和杨木单板复合的胶合板可部分代替竹替代建筑墙板、景观地板等建筑材料中的塑料制品，也可以替代汽车、火车、高铁等车辆底板，扩展了传统竹木复合板应用领域，推动竹质产品在工业材料中的应用，实现竹产业的转型升级，落实“以竹代塑”倡议，减少塑料污染，助力国家双碳战略。



竹束单板层积材、层积复合板



建筑墙板



房屋顶板

连续长度竹束单板层积材及其大跨度建筑构件制造技术

完成单位：国际竹藤中心

完 成 人：王戈、陈复明、程海涛、孙丰波等

成果简介：

一、成果内容

本成果突破了传统人造板热压尺寸的限制，利用预压密实化、接头处多层错位组坯和间歇式分段热压技术，解决预固化和接长问题，制造具有连续长度的竹质层积工程材料。在此基础上，开展高强度、大跨度、轻质化竹质工程构件的仿生设计与制造，研制了跨度为 12 米的纤维化竹束单板双拼梁、全顺向竹篾帘双拼梁和竹篾木单板复合双拼梁构件 3 种。

二、成果特点

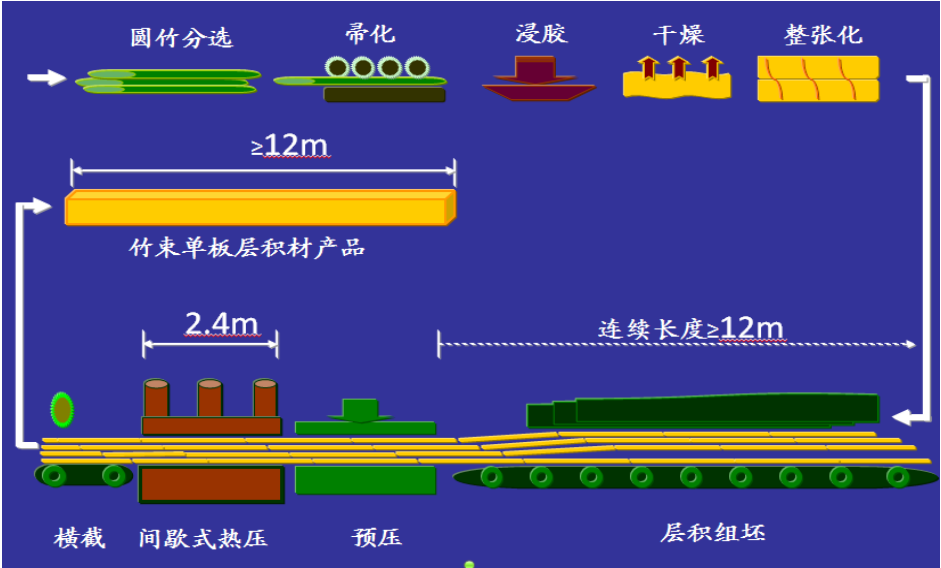
竹束/木单板层积复合材料长度为 14.1 米的，其最小顺纹 MOE 和 MOR 分别为：16GPa 和 150MPa，水平剪切强度为：25MPa。竹质双拼梁挠构件挠度限值为 $L/250$ 时所对应的荷载值为：167.kN、86kN、111.83kN 和 118.94kN，其满足 $L/250$ 挠度条件下试件最大承受等效均布荷载分别为 15.0kN/m、10.0kN/m 和 10.6kN/m。

三、应用方法

连续长度竹束单板层积材是以碾压疏解后的纤维化竹束单板为构成单元，通过对竹束单板厚度方向分级、宽度方向上整

张化处理、长度方向上连续接长组坯及预压密实化等一系列工艺的集成和优化，采用间歇压热工艺制造连续长度的竹束单板层积材。

竹质工程材腹板的加工工艺流程主要包括：通过对连续长度竹束单板层积材表面砂光后涂施间双组份的间二苯酚胶黏剂，陈化 15 分钟左右在 0.2—0.5MPa 下冷压复合 1—2h；在此基础上对腹板定位开孔，通过螺栓组装连接而成，竹质双拼梁的长度和截面可设计。



间歇式热压示意图

四、应用场景

利用竹束单板层积材制造大跨度双拼梁构件，可替代塑料和钢材的扶手、护栏和梁柱等。目前，成果已用于建筑屋架、双拼梁生态停车棚的示范建设。连续长度竹束单板层积材及其大跨度构件在生态停车棚、公交站台、户外展厅、生态廊庭、游泳池露台、体育场馆、加油站棚、老年活动中心等领域有广阔的

市场前景。



超长竹束单板层积材（14.1 米）三种竹质拼梁实物图（12m）



连续长度竹束单板层积材及其大跨度建筑构件在青岛 INBAR 基地应用

圆竹结构材高效利用关键技术

完成单位：国际竹藤中心、安吉竹境竹业科技有限公司、安吉悦腾竹文化发展有限公司、重庆中竹文化科技有限公司、广东建中新竹材科技有限公司、杭州所氏竹业有限公司

完 成 人：费本华、方长华、王戈、覃道春、吕黄飞、刘焕荣、蔡卫、黄吉、邵长专

成果简介：

一、成果内容

本成果以圆竹为原材料，开展了圆竹微波干燥、热风干燥、防开裂、防腐防霉阻燃、圆竹物理力学测试方法标准制定、圆竹在建筑、家具上的连接固定支撑技术等研究，初步形成了圆竹作为结构材应用的技术体系，为圆竹在结构材邻域的发展提供了优质高效利用的保障，并拓展了圆竹在建筑、桥梁、家居的应用邻域，实现了圆竹的优质高值利用。

二、成果特点

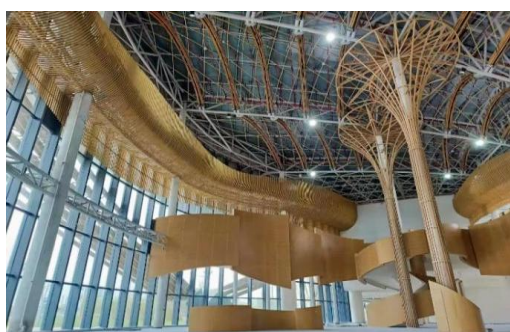
本成果研发研发了圆竹尺寸和性能分级技术、微波干燥和高温蒸汽弯曲技术，制备了尺寸规格、性能稳定、标准化的圆竹工程材；开发了桐油和热处理协同处理技术，处理后竹材径向吸水膨胀系数降低约 30%，对黑曲霉的防治效果最高达到 100%；研发的真空-升温-加压浸渍法圆竹松香改性技术和纳米碳酸钙阻燃技术，降低了圆竹材的吸湿和吸水膨胀率，显著改善了尺寸稳定性和表

面光泽度, 有效提高圆竹的阻燃性能; 研发了单根圆竹材套筒钉接纵向接长、多管束组合连接技术, 创新设计了变截面竹拱结构、无铰拱拱脚加固方式和拉结强化结构-斜拉索, 攻克了 30 米以上跨度圆竹拱无支点设计技术难题。

三、应用方法

联用视觉卡尺圆竹端面尺寸自动测量系统, 研发了“V”型压头硬度模量分级设备, 通过圆竹几何尺寸和性能的序列化和规格化, 实现了圆竹材单元的标准化; 通过可在线称重的圆竹材微波真空干燥设备, 实现了样品含水率实时监控; 热泵微波联合干燥系统实现了圆竹材连续输送、热泵预干燥和微波二次干燥的连续化作业, 达到了圆竹材干燥速度快、质量好的目标; 通过在打通内节的竹秆内填充物质和圆竹高温蒸汽弯曲装置, 实现竹秆软化、弯曲、定型; 天然桐油和热处理协同防护技术是以一定比例的桐油和马来酸酐为改性剂, 结合炭化处理方式, 显著减少了改性剂的流失; 天然松香真空-升温-加压浸渍处理圆竹防护技术是以一定比例的松香和乙醇为改性剂, 在真空-升温-加压浸渍工艺条件下处理圆竹材, 处理后圆竹材具有良好的表面光泽度、疏水性能及尺寸稳定性; 利用碳酸钙前驱体的水溶液, 在超声和真空处理条件下前驱体随着水溶液流动到达扩散边界层、竹材纤维表面并向内部扩散, 再通过调整溶液 pH 值使纳米碳酸钙在竹材内部原位生长, 从而实现对竹材的原位改性, 有效改善其阻燃性能; 采取大竹筒内套小竹筒的方式, 对圆竹材进行纵向接长, 连接处利用气钉枪钉入直钉加固, 并利用多管束圆竹秆横向连接技术形成圆竹构件单元; 变截面桁架竹拱采用不同截面的多根圆竹并排交错的弦杆和直腹、斜腹木

杆的复合方式,来提高竹拱结构的连接稳定性和连接刚度;无铰拱拱脚固端约束技术和拉结强化结构,提高了拱脚固端的可靠性及连接刚度;圆竹结构水喷雾防火系统包括多个喷雾头、喷雾管以及多个温度传感器,满足《建筑设计防火规范》(GB50016-2014(2018年版))二级耐火性能的要求。



四、应用场景

成果技术主要应用在建筑、桥梁、家具及家居用品邻域,代替相应领域中使用的塑料部件,以及金属、混凝土、木材等材料。成果不仅为“2019 世园会国际竹藤组织馆”提供技术服务,还应用到 2022 年荷兰阿尔梅勒世界园艺博览会“中国竹园”、宜宾国际竹产品贸易中心、上海人民广场、昆明滇海古渡大码头、浙江安吉竹博园水竹居、福建光泽县油溪村生态竹桥、绍兴禁山古窑公园、沈阳熊猫馆等全国各地的圆竹工程项目;《科技日报》、《人民日报》、新华社、中央电视台等 30 多家媒体宣传报道。



竹材定向刨花板连续化生产及应用关键技术

完成单位：国际竹藤中心

完 成 人：刘焕荣、江泽慧、张秀标、费本华、马欣欣、孙丰波

成果简介：

一、成果内容

本研究成果研发了圆竹数控断竹和自动化连续刨切技术，改进了辊筒式喷胶和定向铺装系统，发明了扣板式插接连接和夹板式插接连接技术，研制了新型插接式竹 OSB 家具；开发了结构用竹 OSB 及其型材层钉胶合技术，研制出工字梁、C 型梁、五芯柱、空心柱、实心柱等型材构件。

二、成果特点

研发的圆竹数控断竹机、生产速度达每班 15 吨产能，自动化刨片设备，每台机每班 5 吨产能，材料使用率达 88%，劳动力成本降低了 75%；且实现了长度 50—200mm、直径 20—300mm 竹筒刨切，刨切刨片厚度范围为 0.3—1.5mm。

竹 OSB 板：密度为 $0.85—1.10\text{g/cm}^3$ ，顺纹弹性模量为 11.31GPa ，静曲强度为 98.2MPa ，以竹定向刨花板制备的工字梁：高 300mm 的剪切承载力为 159.76KN ；高 400mm 的剪切承载力为 188.21KN ，约是木质工字梁剪切承载力 2.23 倍。

插接式竹 OSB 家具：性能满足 GB/T 32444-2015 竹制家具通用技术条件，且插接式竹 OSB 家具构件抗拔性能二合一连接件 $\geq$

1660N、三合一金属连接件 $\geq 1405\text{N}$ 、圆棒榫连接件 $\geq 1025\text{N}$ ，倒刺螺母连接件 $\geq 942\text{N}$ 、三合一尼龙连接件 $\geq 834.22\text{N}$ 。

竹 OSB 构件：悬臂弯曲破坏弯矩 $\geq 32\text{Nm}$ 、内向压缩破坏弯矩 $\geq 16\text{Nm}$ 、外向弯曲破坏弯矩 $\geq 35\text{Nm}$ 。

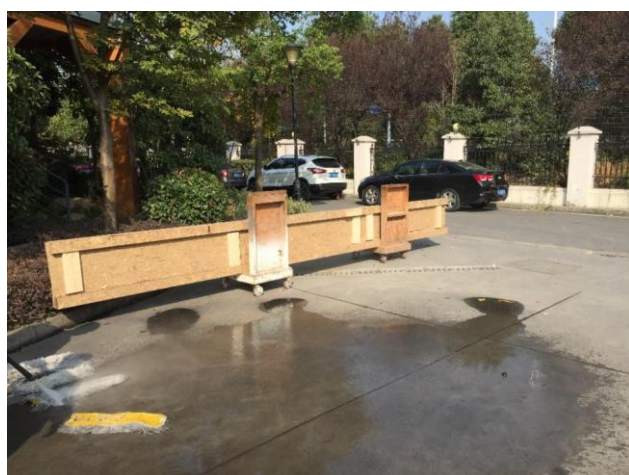
建成竹定向刨花板生产线 1 条，年生产能力 3 万 m^3 。

三、应用方法

竹材刨花板主要生产工艺流程：新鲜原竹 $\rightarrow$ 定长裁断 $\rightarrow$ 刨切 $\rightarrow$ 竹刨花干燥 $\rightarrow$ 分选 $\rightarrow$ 施胶（淋胶） $\rightarrow$ 定向铺装 $\rightarrow$ 热压成型 $\rightarrow$ 质检 $\rightarrow$ 裁切 $\rightarrow$ 包装等。竹材刨花板生产技术要点包括刨花形态控制（长厚比及宽厚比）、铺装前刨花筛分、施胶量及施胶均匀性、铺装方向等精准调控。

四、应用场景

本研究成果生产的竹定向刨花板被广泛地应用于集装箱底板和车厢底板应用。插接式竹定向刨花板在办公家具、民用家具、酒店家具、展示家具、户外家具等家具领域。



竹材弧形原态重组材制造技术

完成单位：中国林业科学研究院木材工业研究所

完 成 人：傅万四、周建波、杨建华、张彬

成果简介：

一、成果内容

本成果以竹材规格化弧形竹条为原料，突破圆竹中空、锥形、竹青竹黄竹节物理力学性能差异大等技术瓶颈，开发了竹材弧形原态重组材，可用作结构工程材料，替代塑料、珍贵木材及各种人造板材，不仅适用于家居、建筑、装饰等领域，还可拓展至医疗、食堂等场景应用，目前，已经在湖南省益阳市和福建省建瓯市建成生产线 2 条。

二、成果特点

竹材弧形原态重组材既保留了竹材原有的物理力学性能，又提高了竹材利用率实现了竹材弧形原态重组，最大重组厚度达 50mm，幅面规格可根据用户需要制作。与竹材矩形重组材相比，材料利用率 15%以上，提高了竹材利用率和附加值，拓展了竹材的用途，提高了经济效益。

三、应用方法

主要工艺流程：单元制备→干燥→施胶→进料→侧模到位→加正压→热压→保温保压→分段降压→侧模复位→卸正压→毛板推出→后期加工。

技术要点

1.由竹青面和竹黄面光滑的弧形竹片以其弧形(等曲率)相同朝向并列排放加压粘接制成板材。弧形竹片的内弧曲率与外弧曲率相等,必要时可将弧形竹片的一端或双端铣削成指形榫,通过指接方式使竹片延长到所需要的任意长度,再通过热压或冷压而成。

2.通过竹材定型弧铣机等专用设备把竹片加工成完整弧形结构、内外等曲率、等宽度弧状竹片的加工技术,加工的等曲率弧形竹片无内部残余应力,最大程度的保留了竹材原有的物理力学特性。

3.采用弧形侧压技术,对组坯进行加压(含平压、侧压,冷压、热压),制造成竹材弧形原态重组材组坯材。

4.通过对弧形竹片进行防虫、防腐、阻燃处理,再经干燥、指接、施胶、组坯、热压(含平压、侧压)、砂光等工序,可制成不同用途的竹材弧形原态重组材。经国家人造板与木竹制品质量监督检验中心检测,竹材弧形原态重组材的静曲强度、弹性模量、24h吸水膨胀率指标达到了《家居用竹弧形原态等曲率层积材》(Q/ZY001-2021)要求。

操作步骤:毛竹→定段→破竹→粗铣→精铣→铣指榫→施胶→组坯→热压或冷压→刨光或砂光→裁边→板材成品→二次重组→方材成品。

四、应用场景

本成果可替代塑料家具,应用于餐饮、医疗等领域。在餐饮领域,替代塑料餐桌、餐椅、抽纸盒等,适用于堂食、野炊、野

营等场景；在医疗领域，用于医用垃圾桶、器械托盘等用品，缓解医疗垃圾处理负担。



弧形材及替代产品

本成果契合国家“十四五”塑料污染治理行动方案与“以竹代塑”倡议和行动计划。以塑料桌椅为例，中国塑料桌椅年需求量超千亿元人民币，若竹材弧形原态重组产品可覆盖 30%替代率，规模达数百亿元。推广应用竹材弧形原态重组产品可有效减少塑料垃圾污染，带动全链就业，助力竹产区经济增收。

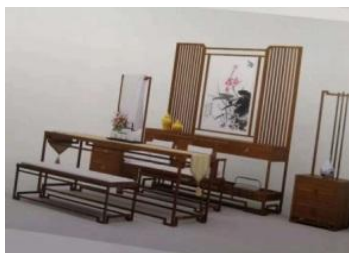
开发竹材弧形原态重组材可提高竹材利用率，产品性能优异，可用于建筑结构、家具、包装、装饰材料等领域，产业化前景广阔，可有效替代塑料制品，为全球禁塑提供中国方案。



生产场景



方桌、椅子、茶几



茶艺家具

定向拆解与硅铝增强竹重组材耐久性关键技术

完成单位：武夷学院、福建大庄竹业科技有限公司、北京英力生态技术有限公司、福建农林大学

完 成 人：赵升云、庄标榕、吴振增、尹应武、金敏、刘红征、谢拥群

成果简介：

一、成果内容

本成果针对户外竹基材料长效耐久需求，突破竹束定向拆解与营养源深度去除技术、硅铝基介孔结构防霉高耐和阻燃抑烟技术、硅铝/酚醛互穿网络胶合技术，赋予竹重组材防霉高耐阻燃增强功能化。本成果可实现高性能竹纤维重组材一体化关键技术升级。

二、成果特点

本成果技术分为以下四种：1.竹束定向拆解与营养源深度去除技术；2.硅铝基介孔结构防霉高耐技术；3.硅铝基介孔结构阻燃抑烟技术；4.硅铝/酚醛互穿网络胶合技术。通过定向拆解技术和硅铝基介孔结构构建等技术，已成功开发出高性能瓷态竹重组材系列产品，其主要性能指标：静曲强度 115MPa，弹性模量 11200MPa；吸水厚度膨胀率 4%以下，吸水宽度膨胀率 1.5%以下；耐腐性 DC1（1 级），防霉性 Class0（0 级），抗蓝变性 Class0（0 级），耐白蚁性 Class0-2（9-10 级）。

三、应用方法

基于竹束定向拆解、硅铝介孔结构构建等关键技术成果,克服了传统竹材高温碳化存在的能耗高、力学性能降低、耐久性差等不足。以高性能瓷态竹重组材生产为例,具体实施工艺流程分以下 6 个关键步骤: 1.对竹束纤维定向拆解,深度去除营养源; 2.利用微波/PEG 协同技术,实现竹纤维壁层增韧增强; 3.采用溶胶—凝胶法在竹纤维细胞壁上构建硅铝介孔膜结构; 4.通过浅层渗透技术构建 P-B 阻燃抑烟体系; 5.竹束纤维浸渍改性酚醛树脂并干燥; 6.在热压条件下实现无机—有机互穿胶合,制备高性能瓷态重组材。



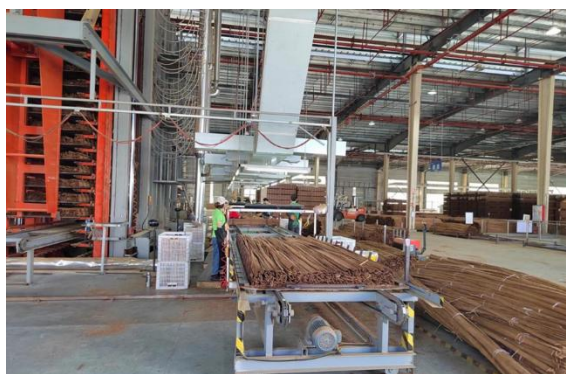
产品全貌及替代产品

四、应用场景

本成果可用于开发高性能重组材(替代塑料装饰材、木塑复合材)、海上漂浮平台(替代塑料及泡沫漂浮体)、塑化薄竹单板(替代塑料窗帘、文创塑料品)、竹纤维模压制品(替代汽车塑料件)等,拆解营养液可用于竹基水溶肥地膜(替代塑料地膜),拓展“以竹代塑”应用领域。

本成果高度契合国家“以竹代塑”倡议,产品广泛应用于竹结构建筑、建筑外墙装饰、户外地板铺装及园林景观工程等多元场景,显著推动竹材资源高效利用与生态价值转化,社会效益与环保效益协同显现。

技术突破有效助力企业完成产品结构优化升级,延伸竹材深加工产业链,加速市场应用推广进程,开辟了高耐竹基新材料新途径,有利于推动“以竹代塑”的竹资源深加工循环利用,助力“碳中和”。



生产场景



应用状态

超薄竹刨花板

完成单位：福人集团森林工业有限公司

完 成 人：叶世俊、兰从荣、张忠涛、饶久平、吴林生、
段珍光、林志伟

成果简介：

一、成果内容

本成果以竹制品下脚料竹刨花为原料，产品为结构均匀、强度高和环保性能好的全竹结构刨花板，为绿色负碳产品。成果涵盖高效制备工艺、知识产权、标准制定、全生命周期评价与规模化生产，制定并发布《超薄竹刨花板》T/CNFPIA 3013—2021 团体标准。

二、成果特点

超薄刨花板作为刨花板中的一个创新产品，具有天然抗菌防霉防虫蛀、可净化空气、表面结构细腻、不易变形、物理性能良好、超强防水、健康安全环保等特性。可以应用在对防潮要求高的厨房、卫浴等场合使用，还可以用于家具车船内部装饰、墙面挂板、家电顶盖板、室内建筑和包装。在家装定制行业，具有独特的竞争力，产生了良好经济效益。

三、应用方法

将竹材经加工制成竹刨花，通过改进的钻石辊分级筛上进行筛选，筛选出合格刨花，合格的刨花计量后进入干燥系统进

行干燥。干燥后的刨花经过特殊结构的筛选机，筛选出合格的表芯层刨花，用物理方法对竹刨花表面进行处理，与拌胶机配套使用，施加研制的专用改性脲醛胶与无机胶黏剂，通过表芯层铺装机将竹刨花铺装成型，将铺装完成的板坯进行预压，最后进入连续压机进行热压。



产品全貌



替代产品：塑料板

四、应用场景

本成果可代替部分塑料板，应用于包装、建筑、家具、运输、家电等领域。在包装领域，替代塑料包装盒，适用于产品包装、礼盒包装等场景；在建筑领域，可在装修时替代塑料挡板、塑料保护板、塑料墙挂板；在家具领域，可代替各种塑料制家具场景，例如卫浴橱柜、厨房餐厅；在运输领域，可代替

一次性塑料包装板，在家电领域，可代替塑料做洗衣机、冰箱顶盖板。

随着产业升级，超薄竹刨花板在家居、建筑、交通等领域的应用日益广泛，为“以竹代塑”提供了重要支撑。这种可再生材料不仅能减少塑料污染，其轻量化、高强度的特性还可替代塑料制品，同时促进竹资源高值化利用，助力绿色低碳发展，更为我国实现碳中和目标及绿色低碳转型注入了新动能。



生产场景



应用状态

装配式竹框架工程创面生态修复技术

完成单位：北京林业大学

完 成 人：孟鑫淼、张东坡、谌永乐

成果简介：

一、成果内容

本成果主要包括工程创面水土流失生态一体化防控技术、装配式生态竹框格成型技术及竹框格材料力学性能及耐久性调控技术。本成果以竹材为结构用材，结合装配式成型技术与植被群落恢复技术，具有易施工、低成本等特点，可以有效缓解坡面的水土流失，是实现工程创面生态修复的关键突破。

二、成果特点

本成果技术分为以下三种：1.工程创面水土流失生态一体化防控技术构建。2.装配式竹框架成型技术研究。3.竹框格材料力学性能及耐久性调控技术。装配式竹框架采用原竹、工程竹材作为主体材料，在现场将板材拼装成设计要求的结构形式，通过金属连接件进行节点连接，通过植被群落的调控以实现乡土物种的修复生存。表层土体的应力集中降低 76.8%，塑性应变降幅了 100%，材料的使用寿命可达到 3—5 年，竹材利用率达到 80% 以上，已在西藏等地建设示范区 1000 平，生态恢复效果显著。

三、应用方法

本成果技术的主要工艺流程分为以下 4 步：1.将工程坡面清

坡，初步整理平整；2.装配式竹框架成型，将竹材切割为 100—150mm 宽板材，拼装矩形/菱形框架，采用金属连接件进行拼装，场地不限；3.竹框架内表土重构，以乡土物种对植被群落进行恢复；4.多元竹框架/改性竹材力学性能及耐久性评价。



产品全貌和替代产品



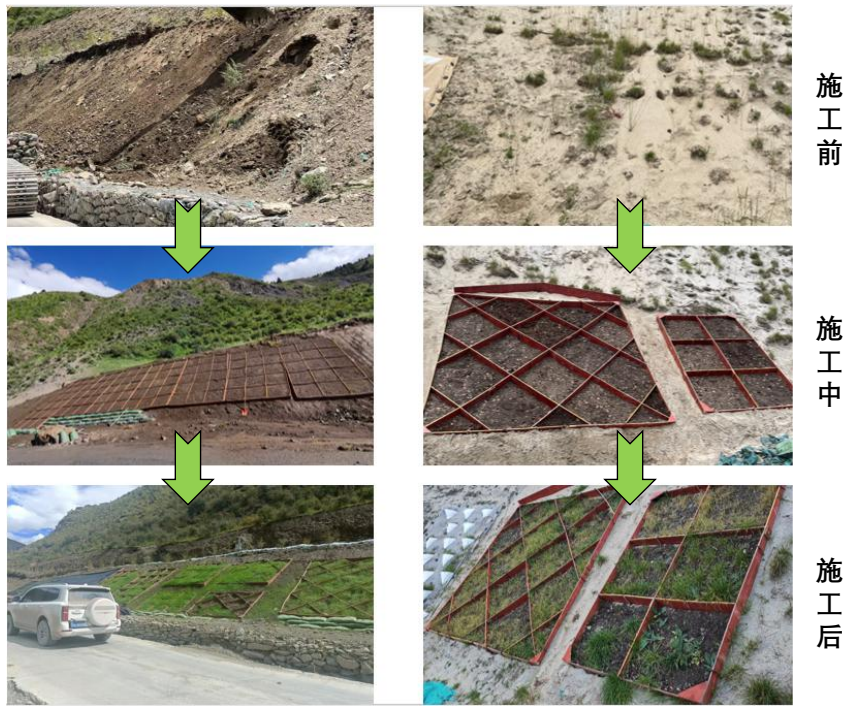
生产场景（竹材、工程竹材，应用材料多元）

四、应用场景

“以竹代塑”边坡防护技术可系统替代传统塑料蜂窝巢室、塑料格栅、编织袋等护坡材料，尤其适用于公路铁路边坡、河道堤岸、矿山修复、园林绿化等场景。

本技术通过装配式竹制框格直接替代塑料蜂窝巢室，在边坡表层构建竹材骨架与覆土植被协同作用的防护体系，既保留原有工程结构抗冲刷、固土保水的核心功能，又消除了塑料污染风险，同时赋予工程更强的生态融合性。呼应“以竹代塑”倡议，在建筑材料领域具有广阔的应用前景。

该技术施工简便、成本低廉，而且材料可降解，符合边坡低成本快速复绿的要求，对于促进生态环境的恢复和可持续发展具有重要意义。该技术竹材利用率高，可以激活竹产区资源价值，带动竹材加工产业链发展。



应用状态

代塑薄型竹束纤维层积复合材加工技术

完成单位：国际竹藤中心、有竹科技有限公司

完 成 人：叶翰舟、王戈、陈林碧等

成果简介：

一、成果内容

本成果针对塑料建材自然美感不足、易脆化老化等问题，以竹束纤维为主要原料，攻克竹纤维定向排列、薄型层积、耐候性提升等关键技术，经薄型层积顺向铺装，开发初始厚度 $<8\text{mm}$ 的薄型竹束纤维层积复合材。

二、成果特点

本成果制得厚度 $<8\text{mm}$ 的薄型竹束纤维层积复合材，具有自然纹理的美学效果，兼具优良的力学性能与耐候性能，其静曲强度 $>100\text{MPa}$ ，24h吸水厚度膨胀率 $\leq 3\%$ ，户外老化1年后力学性能基本保持，横向翘曲度 $<5\%$ 。

三、应用方法

工艺流程：竹段开片→碾压疏解→竹束帘编织→浸胶干燥→薄型层积铺装→热压成型→裁切砂光→上漆包装。

核心工艺是将3—5年生毛竹，通过疏解，形成具有网状结构的竹束纤维，采用编帘机对其进行横向编织形成竹束帘，将竹束帘进行多层层积顺向组坯铺装后送入热压机热压，定厚制得厚度 $<8\text{mm}$ 的薄型竹束纤维层积复合材。



【竹】薄型竹束纤维层积复合材料外墙板

以
竹
代
塑



【塑】PVC外墙板

产品全貌和替代产品

四、应用场景

本成果可替代 PVC 板材，作为轻质墙板、隔断板、装饰面板，用于城市建筑更新改造、装配式内装、特色民宿等；作为户外栈道、凉亭构件、景观围栏等园林景观，兼具耐候性与自然美感；用于疗养院、生态酒店家具基材，满足环保健康的康养游憩需求；也可制造可降解收纳、文具、玩具等日用产品，覆盖日常生活场景。

以塑料外墙板为例，全球乙烯基塑料外墙板市场规模超 60 亿美元，预计 2032 年将超过 100 亿美元，中国是亚太地区的巨大消费市场，若替代 1%塑料外墙板，预计到 2032 年市场容量将超 1 亿美元。

实现竹质建筑板材市场占有率提升，通过规模化生产带动竹产区资源高效利用，促进竹林管护面积扩展与竹农增收，新增就业岗位，服务乡村振兴与绿色经济协同发展，推动竹材在高端建材领域渗透率提升。



碾压疏解



竹束帘编织



竹束帘薄型层积铺装



热压成型

生产场景



科普用竹质房子外墙板

应用状态

农林业生产类

竹纤维可降解代塑软包材料在农林领域的应用

完成单位：北京林业大学

完 成 人：张力平

成果简介：

一、成果内容

针对园林绿化行业中树木移植软包材料存在的环保痛点，本成果创新性地开发出以竹纤维为核心原料的全生物降解软包材料。新型以竹代塑环保材料突破性地实现与土球协同作业，移植时无需拆包即可直接回填，在保持土球完整性的同时，通过微生物降解特性为新生根系创造自然延展空间，且完全杜绝了塑料污染物的产生。

本成果成功破解了移植工程中环境保护与施工效率难以兼顾的行业难题，为园林绿化行业提供了从材料创新到工艺革新的系统性解决方案。其产业化应用将推动行业向“资源-应用-回归”的闭环模式转型，对实现城市绿化可持续发展具有里程碑意义。

二、成果特点

本成果以竹纤维为原料，通过特殊工艺，创新竹纤维成型加工工艺技术，开发出的全竹纤维降解软包材料；全降解软包材料能在土壤中自然分解，碎片化粉末化混入土壤，成为土壤有机质的一部分；降解软包材料纵向强力高，吸水率高，能有效地

维持土球的水分和氧气供应，有利于根系的呼吸作用和水吸收，从而促进树木更快适应新环境，增强移植成功率。由于无需后期去除包装，节省了人力成本，同时减少了后续材料收集和处理流程和人工费用，总体经济效益明显。本成果整体技术水平达到了同类型国际领先水平。

三、应用方法

工艺流程：竹纤维原料→交叉铺网→水刺→烘干→成卷
操作步骤

1.原料：选择天然再生竹纤维，卷曲度适当；

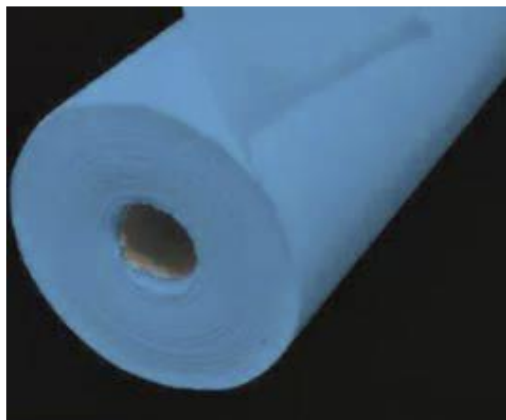
2.交叉铺网：将两个方向不同的纤维网交叉在一起，交叉铺网形成的纤网；

3.水刺：水射流使纤网中一部分表层纤维发生位移，在水射流直接冲击和反弹水流的双重作用下，纤网中的纤维发生位移、穿插、缠结、抱合，形成无数个柔性缠结点，从而使纤网得到加固；

4.烘干：经过水刺处理后的纤网，含有大量水分要经过脱水装置把大量水抽吸掉，再采用热风穿透式烘干装置。

四、应用场景

本成果可替代树木移植塑料软包材料，应用到城市园林绿化工程：市政道路、公园、社区等树木移植场景；生态修复项目：矿山修复、湿地重建、荒漠化治理等生态工程中的树木移植。



产品：塑料软包材料



塑料防虫围环



替代产品：降解软包材料



降解防虫围环

本项目契合国家“禁塑令”“双碳目标”等政策导向，符合《“十四五”循环经济发展规划》中生物基材料替代要求；市场需求巨大，环保替代需求强烈，潜在市场空间巨大；产业链协同，形成“竹资源-材料加工-园林工程”绿色供应链。

本成果以“以竹代塑”为核心，通过材料创新重构树木移植流程，兼具生态价值与商业可行性。其应用将重塑园林绿化产业链，为城市低碳建设提供关键技术支撑，同时形成可复制的“资源-产品-回归自然”循环模式，对全球绿色基础设施建设具有示范意义。



生产场景



应用场景

竹沙障制备关键技术与应用

完成单位：中国林业科学研究院木材工业研究所

完 成 人：余养伦、吕斌、杨建华、江京辉、韩雁明、黄宇翔

成果简介：

一、成果内容

本成果聚焦“以竹代塑”国家战略，针对传统塑料沙障环境污染、秸秆沙障寿命短等问题，以我国丰富的竹材资源为原料，初步构建了竹材荒漠化治理材料体系，重点突破了竹材径向裂变剖分、竹薄片定厚加工及竹沙障定间隔编织等核心技术，研制出方格式、高立式等竹沙障系列产品。成果已在柴达木沙漠（青海共和县）、乌兰布和沙漠（内蒙古磴口县）、库布齐沙漠（内蒙古杭锦旗）示范应用，示范面积 30 亩。成果不仅为竹材提供了一个大规模利用的应用场景，更形成生态治理与乡村振兴协同发展的新模式，为“三北工程”乃至全球荒漠化治理提供科技支撑。

二、成果特点

竹沙障抗弯强度大于 115MPa，抗风等级 10 级，紫外老化 2000h 后强度保留率大于 70%。与秸秆沙障相比，具有强度高，韧性好，成本可控，结构可设计，规模化工业生产，全年持续供应等特点；与塑料沙障相比，具有可再生、可降解、耐光老化等特点，竹沙障寿命可以达到 3—10 年，综合成本降低 20% 以上。

三、应用方法

首先，采用径向裂变剖分、定厚加工技术，将竹材剖分厚度为 1.0—4.0mm 竹材薄片；之后，经耐候性处理后，采用竹材薄片定间隔编织技术，将其加工成制成竹材薄片卷材；最后，将竹材薄片卷材，采用机械或人工铺设，制成边长为 1.0—2.5m 竹方格或高立式沙障。



方格式竹沙障、高立式竹沙障



替代对象

四、应用场景

竹沙障具有强度高、耐候性强，结构可设计等特点，可用于替代草方格、聚乳酸沙袋、聚乙烯网格沙障以及 PVC 固沙板（沙漠公路沿线主要材料），适用于不同气候（干旱、高寒、强紫外线）和沙地类型（流动沙丘、半固定沙地）等应用场景，具有广

泛的应用前景。



竹沙障生产线



竹沙障在柴达木沙漠示范基地、乌兰布和沙漠应用

竹束单板整张化高效加工关键技术

完成单位：国际竹藤中心

完 成 人：陈复明、王戈、陈林碧、邵健等

成果简介：

一、成果内容

研制了竹束多级帚化-编织-打结-在线监测一体化加工技术与装备，制造出整张化、密度均匀、可分级加工的竹束单板，确定了竹束单板编织整张化工艺和质量评价方法，提高劳动生产效率和产品质量，为以竹代塑工程材料稳定性和可设计性提供了技术保障。成果研发了竹束单板层积结构快速筛选技术，制造的竹束单板层积复合材料具备比强度大、密度均匀的特点，拓宽了以竹束单板层积复合材料为代表的竹质工程材料应用范围，符合国家“双碳”目标、乡村振兴战略等要求。

二、成果特点

该成果整张化效率为 1.2—2.2m/min；适用性范围：厚度 1.5—6mm，宽度 12—40mm，长度 0.8—2.5m；产品密度从 1.23g/ccm^3 — 1.36g/cm^3 降低到了 0.92 — 1.05g/cm^3 ，减重 24% 以上，节约竹材 20%，减少胶黏剂使用 8.5%，相对增值 28.5%；板材密度均匀性提高了 3 倍，生产效率提高了 1 倍；热压机使用效率和劳动生产率提升 20% 以上。

三、应用方法

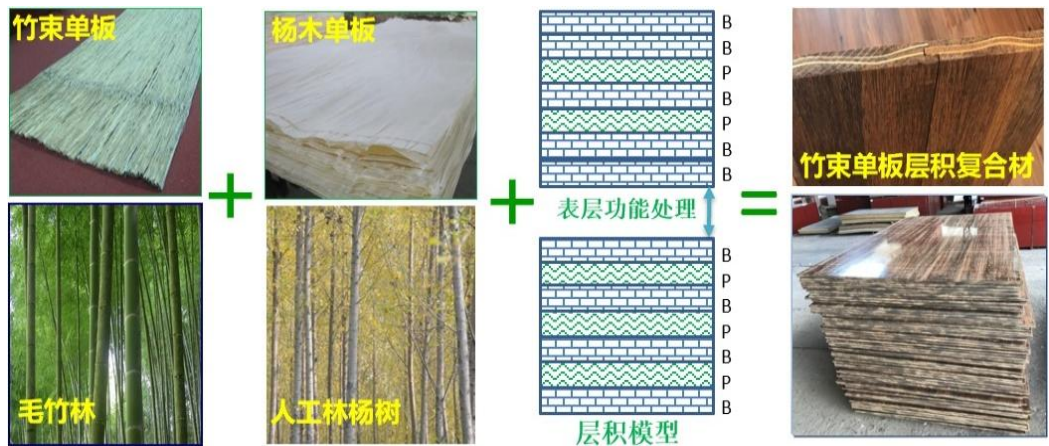
将宽度为 2.0—3.0cm 的竹束纤维单元由疏解机送入进料口，竹束单元在进料轮的转动向前推进，到达尾槽感应板时，尾槽压紧板防止竹束单元后退，线轴与出线架旋转 180 度，线轴向正方向转一周完成绕线，将一根竹束单元固定，然后拨料杆架做将固定的竹束单元推出的动作，即一个行程编织步骤完成。竹束单元逐条送入进料口，线轴和拨料杆架重复运转动作固定每一根竹束单元。拨料杆架推出动作使刚刚绕线固定的竹束单元与编织完成的竹束单元紧密相邻，产生致密拨紧效果。在致密压紧的同时，将固定的竹束单元依次向前推进，形成可任意控制长度的竹束单板。竹束单板的线轴位置可调整，编织线的种类可选择。在 2.1 米长的竹束单板当中布置连接线的道数可选择，为避免竹束单板的松散滑脱，竹束单板靠近两端的连接线与竹束端部距离为 10—15cm。相邻位置的连接线间隔距离分别 20—50cm。竹束纤维经过横向编织成整张化的竹束单板后，由收卷机自动收集成卷。



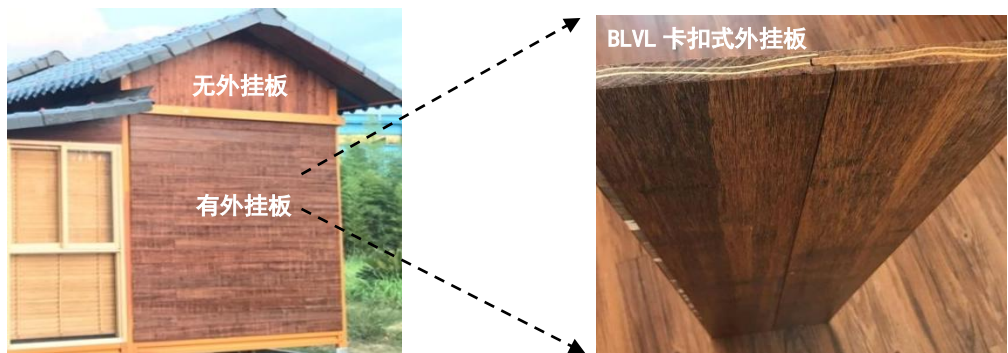
自主研发的竹束单板整张化编织机 整张化的竹束单板

四、应用场景

项目成果实现了竹束单元的规格化和均密化制造，有效推动了竹材从低端应用领域向装配式建筑、交通轻量化制造等高端领域转变。



竹束单板/木单板层积复合材层积结构优化设计



该成果技术制备的竹质装配式房屋户外薄型防护外挂板